ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 NOVEMBRE 1925.

PRÉSIDENCE DE M. E.-L. BOUVIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Nicolas Lusin**, professeur de mathématiques à l'Université de Moscou, qui assiste à la séance.

M. **Jean Perrin** rend compte de la mission qu'il a reçue de l'Académie pour la représenter dans la délégation envoyée par le Gouvernement à l'occasion de la célébration du Centenaire de l'Académie de Budapest. Il insiste sur l'accueil tout particulièrement chaleureux qui a été fait à la délégation française par le Gouvernement hongrois, par l'Académie et par l'ensemble des milieux universitaires.

HYDROGRAPHIE. — *Sur le relief sous-marin du Golfe de Gascogne.* Note (1) de M. E. **Fichot**.

M. Mangin, en déposant la relation de la croisière effectuée, en 1925, par le *Pourquoi-Pas?* sous le commandement de M. Jean Charcot, vient de faire allusion au plateau sous-marin récemment signalé dans le Golfe de Gascogne. Cette question se trouvant ainsi posée devant l'Académie, je crois devoir dire, pour dissiper toute équivoque, que la non-existence de ce plateau ne faisait plus aucun doute depuis l'exploration méthodique de la région intéressée effectuée du 14 au 27 août 1925, d'après les instructions du Service hydrographique, par le navire hydrographe *Gaston Rivier*,

(1) Séance du 9 novembre 1925.

sous la direction de M. l'ingénieur principal Cathenod. Les profils du relief sous-marin, inscrits sur les bandes de l'enregistreur dû à M. l'ingénieur Marti, dont sont munis les appareils de sondage par ultra-sons du *Gaston Rivier*, prouvent, sans contestation possible, que l'isobathe de 200^m, marquant vers le large la frontière escarpée du plateau continental, n'a subi aucune modification depuis la détermination remarquablement précise qu'en ont faite en 1828 les hydrographes formés à l'école de Beautemps-Beaupré.

Le prétendu plateau du Golfe de Gascogne n'existe pas.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation des éthers-oxydes de la série grasse.* Note de M. **Jean-Baptiste Senderens.**

I. Dans une série de Communications [1], j'ai exposé une méthode de préparation des éthers-oxydes par déshydratation des alcools au moyen de l'acide sulfurique. La méthode est basée sur ce double principe : 1° l'acide sulfurique agit comme catalyseur, et, à ce titre, il n'en faudrait qu'une minime quantité; mais 2° l'action catalytique ne s'exerce qu'à partir d'une certaine température, généralement supérieure au point d'ébullition de l'alcool, en sorte que pour atteindre cette température il est nécessaire d'employer d'autant plus d'acide sulfurique que le point d'ébullition de l'alcool, corrélatif de son poids moléculaire, est moins élevé.

C'est ce que j'ai fait remarquer pour les éthers déjà décrits et qui se trouve confirmé par la préparation des oxydes suivants :

Oxyde d'heptyle $(C^7H^{15})^2O$. — L'alcool heptylique bouillant vers 175° exige une faible quantité d'acide sulfurique (3 pour 100 en volume) pour s'éthérifier. La réaction se fait au voisinage de 145° et donne de l'eau qui distille avec un peu d'heptylène, tandis que l'éther-oxyde (75 pour 100 de l'alcool employé) reste dans le ballon, d'où on le retire par traitement au CO^3K^2 dissous et distillation de la couche supérieure décantée. Il bout à 261°,5 corr. $H = 745^{mm}$.

Oxyde de cétyle $(C^{16}H^{33})^2O$. — L'alcool cétylique ou hexadécylique appelé aussi éthal, fond à 50° et bout vers 340°. Son éthérification exigera donc moins d'acide sulfurique que le précédent. J'ai essayé de la réaliser avec 2^{cm^3} d'acide à 66°B. pour 100^g d'éthal; mais comme il y avait destruction,

(1) Cf. *Comptes rendus*, 176, 1923, p. 813; 178, 1924, p. 1412; 179, 1924, p. 1015.

je me suis adressé à l'hydrate $SO^4H^2 + 3H^2O$ dont j'ai mêlé 4^{cm^3} à 100^g d'éthal fondu, dans une cornue qui a été portée et maintenue vers 145°. Il a distillé de l'eau, après quoi le liquide de la cornue versé dans une capsule s'est pris en un gâteau d'où l'oxyde de cétyle a été retiré pur par une série de cristallisations dans l'éther ordinaire bouillant. Ce sont des paillettes blanches, d'aspect micacé, fondant à 55° et se décomposant au voisinage de 300° quand on essaie de les distiller.

Oxyde de pentyle secondaire $\left(\begin{matrix}CH^3 - CH^2 - CH^2 \\ CH^3\end{matrix}\!\!>\!CH\right)^2O$. — Placé par son point d'ébullition entre le butanol-2 et l'octanol-2, il fallait s'attendre à ce que le pentanol-2 exigerait moins d'acide sulfurique que le premier et plus que le second pour s'éthérifier. J'ai en effet, obtenu l'oxyde de pentyle secondaire, avec un rendement de 40 à 45 pour 100 de pentanol, en chauffant vers 120° le mélange de cet alcool avec 2,5 pour 100 en volume d'acide sulfurique à 66°B. Il bout à 162° corr. $H = 748^{mm}$, sa densité $D_4^{15} = 0,778$.

Oxyde d'allyle $(CH^2 = CH - CH^2)^2O$. — Cet oxyde jusqu'ici assez difficile à préparer, s'obtient aisément en déshydratant vers 105° l'alcool allylique par $\frac{1}{5}$ de son volume d'hydrate sulfurique $SO^4H^2 + 3H^2O$. L'emploi de l'acide à 66°B. expose à une forte explosion. Il distille, avec l'eau de la réaction, un mélange d'oxyde d'allyle et d'alcool dont l'oxyde se sépare par un traitement à l'eau et par distillation fractionnée. Ainsi préparé, l'oxyde d'allyle renferme une petite quantité de carbures condensés.

II. D'après ce dernier exemple on voit que la méthode de préparation des éthers oxydes par déshydratation catalytique des alcools au moyen de l'acide sulfurique s'applique aussi bien aux alcools non saturés qu'aux alcools saturés primaires et secondaires. Tout consiste à employer des proportions convenables de cet acide comme le montre le tableau suivant où l'on voit que les proportions d'acide sulfurique à 66°B. diminuent à mesure que le poids moléculaire de l'alcool augmente, et que, pour un même poids moléculaire, l'alcool secondaire exige, pour s'éthérifier, moins d'acide que le primaire.

	Points d'ébullition [1] Alcools.	Éthers.	Température d'éthérification.	Vol. d'acide sulfurique à 66° B. employé pour 100 vol. d'alcool.
	Alcools primaires.			
Éthylique	78°	34°,8	135°-140°	100
Propylique	97,4	87-88	120-125	40
Butylique............	117	140-141	123-126	25
Isobutylique.........	108	122-124	120-122	20
Isoamylique..........	130	171-172	130-135	10
Heptylique...........	175	261,5	140-145	3
Cétylique............	344	> 300	140-145	< 2
	Alcools secondaires.			
Propanol-2..........	83	67-68	98-100	15
Butanol-2...........	101	120-122	103-104	5
Pentanol-2..........	118	162	120	2,5
Octanol-2...........	179	263-264	135	1,5

Lorsque l'éther a un point d'ébullition notamment supérieur à la température de l'éthérification, il reste dans le ballon à réactions. Tels sont les éthers butylique, isoamylique, heptylique, cétylique et le pentanol-2 et octanol-2. La proportion d'acide sulfurique dans le mélange se maintiendra la même si au-dessous de cette température ne distillent pas les alcools et les carbures qui peuvent se former. Cette condition se trouve remplie pour très peu d'alcools. Avec les autres, par le fait de leur distillation, l'acide sulfurique se concentre et, au lieu d'éthers, il donnera des carbures. A plus forte raison en sera-t-il ainsi lorsque, en même temps que les alcools, les éthers distillent comme c'est le cas des oxydes de propyle d'isopropyle, etc., qui passent tout entiers dans le distillat.

Il importe donc de maintenir sensiblement les proportions d'acide sulfurique indiquées dans le tableau, à quoi l'on arrive facilement par un écoulement convenable de l'alcool employé, ce qui conduit à une fabrication continue de l'éther correspondant et constitue le côté pratique de la méthode que j'ai exposée.

---

(1) Les points d'ébullition des alcools sont cités d'après les auteurs : les points d'ébullition des éthers résultent de mes expériences. Cf. *Comptes rendus*, **179**, 1924, p. 1015, où par erreur le point d'ébullition de l'oxyde d'isobutyle est porté 102°-104° au lieu de 122°-124°.

M. Ch. Lallemand fait hommage à l'Académie d'un exemplaire du *Discours* prononcé par lui aux *obsèques de Camille Flammarion* et d'une allocution à l'Assemblée générale de la Société astronomique de France sur la *Théorie de la relativité*, dont il montre l'incertitude de la base et des confirmations expérimentales.

Il présente en outre un *Rapport*, dont il est l'auteur, sur les *Travaux du Service du Nivellement général de la France durant la période de* 1922 *à* 1924. On y trouve notamment exposés les résultats d'expériences comparatives faites, d'une part avec le niveau Wild, récemment adopté dans divers pays pour des nivellements de précision, et, d'autre part, avec les instruments utilisés pour l'exécution du Réseau fondamental français.

Ces expériences n'ont pas fait ressortir, en faveur du niveau Wild, un progrès appréciable. Si, par son emploi, l'erreur accidentelle moyenne s'est trouvée en effet diminuée d'environ 10 pour 100, aucun gain, par contre, n'a été réalisé du côté, beaucoup plus important, de l'erreur systématique.

Le même Rapport contient deux diagrammes donnant les variations du niveau moyen de la Méditerranée à Marseille, de 1885 à 1923, et celles du niveau moyen de l'Océan Atlantique à Brest, de 1860 à 1906. On constate au total, pour ce niveau moyen, un relèvement progressif d'environ trois quarts de millimètre par an, très probablement dû à un mouvement oscillatoire de très longue période. Cette constatation met fin à la légende, récemment répandue en Allemagne, d'un affaissement notable du sol de la France.

M. Lallemand présente enfin une troisième brochure sur *Charcot et l'École de la Salpêtrière*, où il montre que, moyennant l'acceptation d'une hypothèse, après tout guère plus invraisemblable que nombre d'autres couramment admises dans les sciences classiques, à savoir que, entre deux cerveaux ayant entre eux des affinités spéciales, la pensée peut se transmettre directement, sans intervention de la parole ou du geste, la plupart des phénomènes constituant le domaine de l'hypnotisme s'expliquent de la manière la plus simple.

NOMINATIONS.

MM. Ch. Barrois, H. Le Chatelier, Ch. Moureu, G. Kœnigs, D. Berthelot, L. Lindet, A. Rateau, P. Sabatier sont désignés pour représenter l'Académie à l'inauguration solennelle de l'*École nationale supérieure du Pétrole et des Combustibles liquides* qui aura lieu à Strasbourg le 21 novembre.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un exemplaire de la *Mécanique analytique* de Lagrange, tome I (1811) et tome II (1815), portant, de la main de Barré de Saint-Venant, des annotations en marge et des pages entières reliées dans le volume. (Offert par M. J. Hermann, présenté par M. M. Brillouin.)

2° *Études géologiques dans la région de Pak-Lay* (*Moyen-Laos*), par René Bourret.

3° *Contributions à l'étude des roches indochinoises :* II. *Roches de la région de Nha Trang* (*Sud-Annam*). *Roches du nord du Tonkin*, par René Bourret.

4° *Traité théorique et pratique des Fraudes et Falsifications*, deuxième édition, par F. Chesney et E. Roux. Tome premier. (Présenté par M. L. Guignard.)

5° *Initiation à la Médecine*, par Henri Bouquet. (Présenté par M. E. Roux.)

6° *Les Poissons des eaux douces de France*, par Louis Roule. (Présenté par M. E.-L. Bouvier.)

7° *La préhistoire par les étoiles; un chronomètre préhistorique*, par Marcel Baudouin. (Présenté par M. Charles Richet.)

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur une classe étendue de surfaces.* Note (¹) de M. **Ernest Laura**, présentée par M. Goursat.

Les surfaces, qui possèdent une famille de géodésiques situées sur des cylindres circulaires de même axe, peuvent se déterminer moyennant des quadratures. J'ai (²) en effet démontré que leurs équations, si (r, ϑ, z) est un système de coordonnées semi-polaires, sont :

$$(1)\qquad \begin{cases} \vartheta = \vartheta(r, u) \\ z = \displaystyle\int \left(\frac{\partial \vartheta}{\partial u} \operatorname{ch} u + r \operatorname{sh} u \frac{\partial \vartheta}{\partial r} \right) dr + r \operatorname{sh} u \frac{\partial \vartheta}{\partial u} du, \end{cases}$$

où $\vartheta(r, u)$ est une solution quelconque de l'équation

$$(2)\qquad \frac{\partial^2 \vartheta}{\partial u^2} + r \frac{\partial \vartheta}{\partial r} = 0$$

et avec sh, ch on a indiqué le sinus et cosinus hyperboliques. M. Vitali (³) a observé que pour les surfaces (1), les lignes $r =$ const. sont encore géodésiques, si (r, ϑ, z) représentent un système de coordonnées curvilignes dont l'élément linéaire a la forme

$$ds^2 = K^2 dr^2 + r^2 d\vartheta^2 + dz^2,$$

avec K fonction convenable de r, ϑ.

Le problème qui découle de cette observation se résout en déterminant K, r, ϑ en fonction de x, y de manière que

$$(3)\qquad K^2 dr^2 + r^2 d\vartheta^2 = dx^2 + dy^2,$$

et ensuite z, φ et μ en fonction de r, ϑ par l'équation

$$(4)\qquad K^2 dr^2 + r^2 d\vartheta^2 + dz^2 = d\varphi^2 + \mu^2 dr^2.$$

Si j'écris (4) sous la forme

$$(K^2 - \mu^2)\, dr^2 + r^2 d\vartheta^2 = d\varphi^2 + dz^2,$$

on voit de suite que ces deux problèmes peuvent être résolus moyennant quadratures avec la méthode que j'ai donnée dans la Note citée.

L'interprétation géométrique des lignes planes $r =$ const. ainsi définies,

---

(¹) Séance du 19 octobre 1925.

(²) *Atti del R. Istituto Veneto di Scienze, Lettere e Arti*, 84, 1925, p. 373-378.

(³) *Loc. cit.*, p. 641-644.

comme M. Bianchi a eu l'obligeance de m'indiquer, découle de l'équation satisfaite par la fonction $\vartheta(x, y)$. De l'équation (3), si $\Delta_1 \vartheta$ est le premier paramètre différentiel, on tire

$$\frac{\partial \vartheta}{\partial x}\frac{\partial \Delta_1 \vartheta}{\partial x} + \frac{\partial \vartheta}{\partial y}\frac{\partial \Delta_1 \vartheta}{\partial y} = 0.$$

Faisant usage des notations de Monge, on a enfin

$$(5) \qquad p^2 r + 2pqs + q^2 t = 0.$$

Cette équation montre que pour la surface, dont l'équation en coordonnées cartésiennes est $z = \theta(x, y)$, les lignes de pente sont aussi des lignes asymptotiques. J'appellerai (B) ces surfaces.

L'observation faite auparavant montre que toutes les surfaces (B) se déterminent moyennant quadratures et opérations algébriques; c'est-à-dire qu'on peut intégrer complètement l'équation (5).

Réunissant ces résultats, on parvient enfin aisément au théorème suivant :

Si $f_1(r, \alpha)$, $f_2(r, u)$ sont respectivement deux solutions quelconques des équations aux dérivées partielles

$$\frac{\partial^2 f_1}{\partial \alpha^2} - r\frac{\partial f_1}{\partial r} = 0,$$
$$\frac{\partial^2 f_2}{\partial u^2} + r\frac{\partial f_2}{\partial r} = 0$$

et si (x, y, z) indiquent des coordonnées cartésiennes orthogonales, les équations

$$x = \int \left(-\cos\alpha \frac{\partial f_1}{\partial \alpha} + r\sin\alpha \frac{\partial f_1}{\partial r}\right) dr + r\frac{\partial f_1}{\partial \alpha}\sin\alpha\, d\alpha,$$
$$y = \int \left(\sin\alpha \frac{\partial f_1}{\partial \alpha} + r\cos\alpha \frac{\partial f_1}{\partial r}\right) dr + r\frac{\partial f_1}{\partial \alpha}\cos\alpha\, d\alpha,$$
$$z = f_1(r, \alpha),$$

sont les équations paramétriques d'une surface dont les lignes $r =$ const. sont lignes de pente et lignes asymptotiques (surface B).

Les équations

$$x = \int \left(-\cos\alpha \frac{\partial f_1}{\partial \alpha} + r\sin\alpha \frac{\partial f_1}{\partial r}\right) dr + r\frac{\partial f_1}{\partial \alpha}\sin\alpha\, d\alpha,$$
$$y = \int \left(\sin\alpha \frac{\partial f_1}{\partial \alpha} + r\cos\alpha \frac{\partial f_1}{\partial r}\right) dr + r\frac{\partial f_1}{\partial \alpha}\cos\alpha\, d\alpha,$$
$$z = \int \left(\operatorname{ch} u \frac{\partial f_2}{\partial u} + r\operatorname{sh} u \frac{\partial f_2}{\partial r}\right) dr + r\frac{\partial f_2}{\partial u}\operatorname{sh} u\, du,$$
$$f_1(r, \alpha) = f_2(r, u)$$

représentent paramétriquement une surface dont les lignes géodésiques $r = \text{const.}$ sont situées sur les cylindres qui projectent suivant l'axe z les lignes, qui sont simultanément lignes de pente et lignes asymptotiques d'une surface (B).

J'ai donné communication à l'Académie de ces résultats, car ils peuvent se rapporter à un groupe de recherches sur lesquelles l'Académie avait attiré l'attention des géomètres avec la question mise au concours pour l'année 1922.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques points de la théorie des fonctions harmoniques.* Note de M. **Georges Bouligand**, présentée par M. Goursat.

Dans la théorie des ensembles de fonctions continues, il peut être commode d'introduire, à côté de l'égale continuité classique, la notion voisine d'*égale continuité relative* (E. C. R.). Soient les fonctions F(P) d'une certaine famille, dont chacune est continue dans un domaine fermé D : dire qu'elles y possèdent l'E. C. R., c'est dire que l'égale continuité ordinaire appartient à l'une des deux familles (prises d'ailleurs indifféremment)

$$\text{(1)} \qquad F(P) : \sqrt{\int_D F^2(P)\,d\omega}$$

ou

$$\text{(2)} \qquad F(P) : \max_D |F(P)|.$$

Cette notion donne lieu aux théorèmes suivants :

I. Une suite non décroissante de fonctions jouissant dans D de l'E.C.R., ou bien converge uniformément dans D vers une fonction continue limite, ou bien croît partout indéfiniment.

II. Soient les fonctions positives $F(P, \lambda)$ qui dépendent, outre du point P, du paramètre λ, et jouissent dans D de l'E. C. R. Soit $\varphi(\lambda)$ l'intégrale dans D de $F(P, \lambda)$. Si $\varphi(\lambda)$ est une fonction croissante de λ, le rapport $F(P, \lambda) : \varphi(\lambda)$ demeure borné en chaque point lorsque λ croît indéfiniment.

Cela posé, des fonctions harmoniques positives dans un domaine ouvert possèdent l'E. C. R. dans tout domaine fermé intérieur. D'où, en vertu de I, le théorème d'Harnack [1]. En outre, *des fonctions harmoniques posi-*

[1] Cf. P. Montel, *Sur les suites infinies de fonctions* (*Ann. Éc. Norm.*, 3e série, 24, 1907, p. 323 et suiv.).

tives dans un domaine fermé, qui s'annulent sur une portion F_1 *de sa frontière* F *possèdent l'*E. C. R. *dans tout domaine fermé déduit du premier par l'ablation d'un certain voisinage de* $F - F_1$. Bien entendu, cet énoncé implique la continuité sur F_1 (théor. III).

Considérons maintenant des fonctions harmoniques dans un domaine conique ou cylindrique et s'annulant sur sa frontière, en nous attachant à étudier l'allure de ces fonctions soit au voisinage du sommet du cône, soit pour les points infiniment éloignés (d'un certain côté) à l'intérieur du cylindre. On a pour ces fonctions une représentation assez analogue à la série de Laurent, par un développement procédant suivant les fonctions fondamentales d'une section droite (sphérique ou plane) relatives à une fonction de Green (beltramienne ou harmonique) [1]. On peut encore définir, grâce à ce développement, la partie singulière, et suivant qu'elle comprend ou non un nombre fini de termes, dire si l'on est en présence d'une *singularité polaire* ou d'une *singularité essentielle*. On démontre le théorème suivant (IV) :

Le caractère définitif d'une singularité polaire est l'E. C. R. *des empreintes de la fonction sur les sections droites, planes ou sphériques, du domaine cylindrique ou conique.* En effet, moyennant cette E. C. R., les fonctions (1) déduites de ces empreintes admettent au moins une fonction continue limite dont la somme des carrés des coefficients de Fourier est égale à l'unité. Or, en cas de singularité essentielle, chaque coefficient serait nul, d'où contradiction.

Ceci s'applique en particulier aux fonctions harmoniques, sauf en un point isolé O : tout se passe alors comme si chaque section droite du domaine d'harmonicité (envisagé comme un domaine conique de sommet O) comprenait toute la sphère.

Enfin l'E. C. R. joue un rôle essentiel dans la démonstration résumée ici même [1] d'un important théorème de M. Picard relatif au cas *où la partie singulière est toujours positive : alors, la singularité est un pôle du premier ordre.* Ce résultat résulte de la connaissance de la loi de croissance [2] de k' (intégrale δ de $F(P)\varphi_1(P)$ où φ_1 est la première fonction fondamentale de la section droite (constamment positive), qui assigne une borne à la croissance de l'intégrale δ' de $F(P)$: en vertu de l'E. C. R.

---

(1) *Sur les singularités des fonctions harmoniques* (*Comptes rendus*, 176, 1923, p. 1037).

(2) En fonction de OP pour un domaine conique, de la cote de P pour un domaine cylindrique.

(th. III) on a par II une borne à la croissance de F(P) sur chaque rayon vecteur (ou parallèle aux génératrices), d'où une borne à la croissance de l'intégrale de $F^2(P)$ dans la section droite. Le théorème en résulte. Ajoutons qu'une inégalité $F(P) < K\,OP^{-\alpha}$ (cas des domaines coniques) *entraîne encore que la singularité est polaire* : car la somme des éléments positifs et des éléments négatifs de $\mathfrak{z}$ ou de $\mathfrak{z}'$ aura une croissance ne dépassant pas celle de $\overline{OP}^{-\alpha}$. On en déduirait la même borne pour la croissance des intégrales du produit de F(P) par les fonctions fondamentales d'indices suffisamment grands, alors que ces intégrales, immédiatement évaluables, dépassent justement cette croissance. L'extension aux domaines cylindriques est immédiate. Un cas particulier de ce théorème avait été indiqué par M. Stozek (¹).

MÉCANIQUE. — *Chronostrobomètre.* Note (²) de M. A. **Guillet**, présentée par M. A. Cotton.

I. On peut obtenir la mesure exacte, par lecture directe et à un instant donné, d'une fréquence de rotation ou d'oscillation, en faisant servir le *moteur chronométrique* (³) à l'observation stroboscopique du mécanisme dont on désire suivre la marche. On remarquera en effet qu'un tel moteur comporte, par son diapason réglant D, une fréquence fondamentale F bien connue, permanente et sûre. Le mouvement oscillatoire du diapason est transformé, par la roue R qu'il commande, en un mouvement de rotation de fréquence $f = F : \Phi$, si la roue employée porte Φ dents.

L'appareil est complété par un petit chariot C muni d'un axe de rotation A sur lequel on a calé des roues dentées voisines r_1, r_2, ..., ainsi que l'organe E qui provoque les visions par éclairs. Ce chariot s'adapte au bâti du moteur chronométrique et peut recevoir, dans deux directions rectangulaires, des translations d'assez faible amplitude, permettant de mettre en prise l'une des roues r avec une autre roue dentée r' préalablement chaussée sur l'axe du moteur.

Pour un pouvoir multiplicateur m du système des roues r, r' et un nombre de visions N par tour de l'axe A, la fréquence des éclairs produits

(¹) *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 727.
(²) Séance du 3 novembre 1925.
(³) *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 741.

est $N' = f.m.N$. S'il était nécessaire de faire varier N' d'une manière continue, il faudrait déplacer ensemble deux masses identiques le long des branches du diapason.

II. Comment mesurer la fréquence de rotation X d'un moteur donné dont l'axe porte un index *i* qui lui est perpendiculaire.

a. En adoptant comme éclaireur E un disque de Plateau, on apercevra l'index à chacun des passages devant l'œil de l'un des trous de la couronne perforée choisie. Entre deux éclairs consécutifs, c'est-à-dire dans le temps $1 : N'$, l'index décrit donc $X : N'$ circonférences. Or, on peut toujours poser $X : N' = a + p : q$, a étant un nombre entier quelconque, alors que p est un nombre entier plus petit que q et premier avec celui-ci. Les positions de l'index saisies par l'œil formant une étoile régulière ayant q rayons, dont la succession dans le temps est donnée par la valeur de p, il y a autant d'étoiles possibles, en apparence identiques, qu'il y a de nombres premiers avec q et plus petits que lui. Comme d'autre part, la génération de l'étoile exige que l'index i décrive p circonférences, c'est-à-dire effectue p tours, elle est engendrée en un temps égal à $p : X$; l'étoile sera donc vue en totalité ou seulement en partie selon que l'on aura $\theta \geq p : X$ ou $\theta < p : X$, θ étant la durée de la persistance des images reçues par la rétine. Dans le premier cas on compte le nombre q des rayons. Si l'index se meut en regard d'une couronne divisée fixe, on obtient aussi q en relevant l'angle que forment deux rayons consécutifs dans le plan qui les contient. Il est même possible alors de déterminer la fraction $p : q$ en recouvrant deux trous consécutifs d'une lamelle transparente colorée qui les différencie.

En regard des séries de trous et suivant un même diamètre horizontal, sont disposés de petits tubes jointifs devant lesquels on déplace l'œil. Ayant lu les valeurs correspondantes q_1, q_2, ..., on a, pour déterminer les entiers a, p, les égalités :

$$X = N'_1 (a_1 + p_1 : q_1) = N'_2 (a_2 + p_2 : q_2) = N'_3 (a_3 + p_3 : q_3) \ldots$$

En raison du grand nombre de fréquences N' dont on dispose, il suffit dans la pratique d'opérer avec des étoiles simples, se réduisant par exemple a un, deux ou trois rayons.

b. Il est plus reposant pour l'œil de substituer à l'écran perforé de Plateau, un autre écran à fond noir E' portant, au lieu de trous, de petits disques, ou pastilles, de papier blanc. On produit alors les éclairs au moyen du moteur à étudier. Si $1 : N'$ est la période de E' et $1 : Y$ celle des éclairs, les couronnes que le mouvement ne semble pas modifier sont celles qui satisfont à la con-

dition $N' : Y = k$, k étant un nombre entier. Le nombre des pastilles paraîtra doublé lorsque $2N' : Y = 2k+1$.... Si ces conditions ne sont qu'approximativement réalisées, les couronnes tournent sur elles-mêmes avec une vitesse angulaire qui mesure l'écart d'ajustement.

c. Pour lever automatiquement toute ambiguïté sur les entiers a, p et mesurer la fréquence X comme au compas, il suffit d'adapter au moteur chronométrique un organe donnant deux séries d'éclairs de même période pouvant être décalées à volonté l'une par rapport à l'autre. Les deux séries d'éclairs étant initialement en coïncidence, on observe, en les séparant d'une manière progressive et continue, un dédoublement croissant des images de l'index suivi d'une première coïncidence de ces images lorsque le décalage est tel que le moteur effectue un tour dans le temps τ' qui s'écoule entre deux éclairs consécutifs..., puis d'une $k^{\text{ième}}$ coïncidence lorsque $X\tau' = k$.

Si au compas à deux trous on veut substituer des éclairs au néon, on excite la luminescence d'un tube chargé avec ce gaz au moyen d'un interrupteur à deux balais dont on peut modifier la position relative. Si β est la fraction de circonférence comprise entre les deux porte-balais lors de la coïncidence d'ordre k, on a $X = k . N' : \beta$.

d. Comme l'oscillation se ramène à la rotation par projection sur un diamètre des points où les rayons de l'étoile due aux positions apparentes de l'index coupent la circonférence, il n'y a rien à ajouter à ce qui précède relativement à la détermination d'une fréquence d'oscillations.

La vibration des gaz pouvant être traduite mécaniquement à l'aide d'un petit tambour de Marey, ou mieux d'une flamme manométrique, la méthode s'applique sans difficulté aux tuyaux.

Il n'est pas nécessaire pour la mesure d'une fréquence, de définir les images comme il est indispensable de le faire dans l'étude du fonctionnement d'un mécanisme ([1]).

([1]) *Comptes rendus*, 176, 1923, p. 1447. — *Journal de Physique*, 6e série, 6, 1925, p. 78, S.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *L'équilibre que produirait la seule influence du rayonnement est impossible sur le Soleil et les étoiles. L'équilibre interne est isotherme et homogène.* Note de M. **Alex. Véronnet**, présentée par M. B. Baillaud.

L'équilibre *radiatif* (¹) d'une masse gazeuse, c'est-à-dire réalisé par le seul rayonnement sans courants de convection, a été étudié par Schwarzschild pour une atmosphère restreinte, par Eddington et Jeans pour l'intérieur d'un astre, par Milne pour l'ensemble, sans qu'ils soient arrivés à la solution générale.

Or l'étude des conditions à la surface permet de démontrer que la variation du rayonnement interne d'une couche par rapport à sa masse par cm^2 doit être partout constante. Ceci permet de déterminer la valeur de la constante introduite dans la formule établie pour l'intérieur, et d'étendre cette formule à toute la masse. Il est d'ailleurs impossible de réaliser rigoureusement les conditions à la surface. L'équilibre ne peut être qu'approché.

En appelant R le rayonnement émis en un point quelconque et I l'intensité de la radiation arrivant en ce point, dans une direction θ, on a simplement, R_1 étant le rayonnement à la surface et a le coefficient d'absorption

$$(1) \qquad I = R - R_1 \cos\theta, \qquad \frac{dR}{a\rho\, dr} = \frac{dR_1}{a\rho\, dr} = -R_1.$$

D'après cette formule, l'obscurcissement du disque du Soleil, en allant du centre au bord, serait égal à $\frac{1}{2}$ dans l'équilibre radiatif. Il est de 0,60 à la distance de 0,95 du centre. Les couches rayonnantes de la surface du Soleil ne sont certainement pas dans l'état d'équilibre radiatif. Il y existe certainement une surface de rayonnement plus intense, la photosphère, surmontée d'une atmosphère.

L'intégration de l'équation différentielle permet d'écrire, en introduisant le rayonnement extérieur de l'étoile mesuré par la température effective T_e, et la température limite T_1 des couches superficielles,

$$(2) \qquad \frac{T^4}{T_1^4} = am + 1, \qquad \frac{4}{3}\frac{T^4}{T_e^4} = \frac{a}{g}p + 1, \qquad 4\frac{dT}{T} = \frac{dp}{p}.$$

(¹) Nous employons ici, pour abréger, ce mot qui traduit le mot anglais *radiative* employé par Eddington.

La première formule est rigoureuse de la surface au centre. Elle donne la température T sur la couche qui supporte une masse m par cm^2. La seconde formule est valable de la surface, jusqu'à la profondeur où l'on peut négliger la variation de la pesanteur g. Elle est très suffisante pratiquement. Elle ne diffère que par les coefficients des formules de Schwarzschild, Eddington, Jeans et Milne.

La formule différentielle est indépendante de tous ces coefficients. Elle néglige la variation de la pesanteur g par rapport à celle de T et p. Elle est valable jusqu'au voisinage du centre. Si on l'introduit dans l'équation différentielle générale des gaz réels, que j'ai donnée dans une Note antérieure ([1]), on obtient pour la variation de la température et de la densité en fonction de la profondeur, dans l'hypothèse de l'équilibre radiatif,

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{dT}{dr} &= -\frac{1}{4}\frac{g\mu}{R}\left(1-\frac{\rho}{\rho_0}\right),\\ \frac{d\rho}{dr} &= -\frac{1}{4}\frac{g\mu}{RT}\rho\left(1-\frac{1}{3}\frac{p}{R}\frac{db}{dT}\right)\left(1-\frac{\rho}{\rho_0}\right)^2, \end{aligned}\right.$$

db indique la variation du covolume. La parenthèse contenant db, d'abord positive, s'annule et change de signe dès que la pression p devient assez considérable. La densité ρ d'abord croissante, devient alors décroissante avec la profondeur. L'équilibre se trouverait rompu au-dessous de cette couche critique et les couches plus légères remonteraient au-dessus.

On voit d'ailleurs que cette valeur de pdb est telle que la variation de température devient précisément égale, puis supérieure, à celle qui donnerait une densité constante. La densité ne peut donc que décroître.

Si l'on fait varier le covolume b ou la densité limite ρ avec la température suivant la formule classique de la dilatation, on trouve que la densité décroîtrait dès que sa valeur atteindrait les trois quarts de la densité limite du gaz. Ceci aurait lieu pour des pressions de quelques milliers d'atmosphères et à quelques centaines de kilomètres de profondeur seulement. L'équilibre radiatif serait impossible à l'intérieur du Soleil, tout comme à la surface.

D'ailleurs dans l'équilibre adiabatique, comme dans l'équilibre isothermique ([2]), et même dans le cas général, quelle que soit la forme de l'équilibre, on démontre que la température et la densité, croissantes à partir de

---

([1]) *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 692.

([2]) *Comptes rendus*, 165, 1917, p. 1055; 166, 1918, p. 109, et 178, 1924, p. 692.

la surface, tendent très rapidement vers des valeurs limites, de sorte qu'il se forme un noyau intérieur, très nettement distinct de l'atmosphère, et où la densité et la température sont sensiblement uniformes. L'équilibre interne des étoiles sera donc nécessairement homogène et isotherme, d'après la loi même des gaz réels.

GÉODÉSIE. — *La jonction géodésique de la Corse et de la France continentale.* Note de M. **Paul Helbronner**, présentée par M. Ch. Lallemand.

Dès le lendemain de l'armistice, je reprenais les opérations de la *Description géométrique détaillée des Alpes françaises* dont les *Comptes rendus*, avant la guerre, enregistraient chaque année les résultats [1]. A la fin de 1924, les réseaux détaillés, s'étendant sur environ 20000^{km^2}, étaient bridés par l'entretoisement complètement terminé de la chaîne méridienne des Alpes françaises, qui venait s'épanouir entre Toulon et la frontière sur un développement de littoral d'environ 180^{km}. L'évaluation de la précision de cette chaîne, dont l'intervalle entre les parallèles extrêmes est de près de 400^{km} se traduit par une erreur probable maxima voisine du $\frac{1}{400000}$ de la distance totale.

Cette précision m'a permis d'établir une grande base de départ dépassant 130^{km}, en vue d'une vaste opération de jonction géodésique de la Corse. A travers celle-ci, j'ai, de plus, prévu un enchaînement méridien qui, par-dessus le détroit de Bonifacio, irait se souder à la triangulation de la Sardaigne, exécutée par l'État italien de 1879 à 1881, et restée jusqu'ici sans liaison avec le Continent.

Pour obtenir un grand côté d'arrivée, j'avais calculé que le Stello, situé dans la presqu'île du cap corse, devait s'apercevoir des sommets de ma méridienne situés au-dessus de Nice, tandis que le Cinto (2710^m) et le Rotondo (2625^m) éloignés de 60 et de 70^{km} du Stello pouvaient être vus des sommets dominant Toulon à des distances de 256 et 270^{km}. Je constituais donc, non plus comme dans la jonction hispano-algérienne de 1879 un quadrilatère à deux diagonales, mais une figure complexe s'attachant à

(1) *Comptes rendus*, **139**, 1904, p. 719 et 967; **141**, 1905, p. 754; **142**, 1906, p. 337; **143**, 1906, p. 639; **144**, 1907, p. 736; **145**, 1907, p. 587; **147**, 1908, p. 560 et 1129, Rapport Bassot, prix Binoux; **148**, 1909, p. 1507; **149**, 1909, p. 728; **150**, 1910, p. 208; **151**, 1910, p. 664; **154**, 1912, p. 59; **155**, 1912, p. 770; **157**, 1913, p. 764; **159**, 1914, p. 558.

quatre stations de départ sur le Continent et à trois stations d'arrivée en Corse. Je me donnais ainsi la possibilité d'observer non plus huit, mais une vingtaine d'angles dont la moitié était suffisante pour offrir déjà les conditions surabondantes d'une compensation analytique.

Aux trois sommets de l'île, je fis édifier des mires métalliques, des piliers maçonnés et les constructions nécessaires à un habitat prolongé, et monter des projecteurs électriques avec leur source d'énergie lumineuse. Je fis créer des chemins muletiers, des sentiers et des pistes indispensables aux caravanes de construction et de ravitaillement.

L'aide la plus précieuse me fut accordée par les Ministres de la Guerre et de la Marine, en matériels et personnels, à condition qu'aucune dépense supplémentaire n'en résulterait pour le budget de l'État. L'opération commença en mai; y collaborèrent pendant 6 mois une dizaine d'officiers et plus de 200 hommes de troupes.

Les projecteurs furent équipés avec des miroirs ou des lentilles et éclairés par des lampes à incandescence de divers types donnant une émission lumineuse comprise entre 4 et 10 millions de bougies. Le courant était fourni par des piles à oxyde de cuivre ou par des accumulateurs.

Juin et juillet ayant été utilisés pour l'occupation des stations de ma méridienne de Corse, tandis que s'achevaient les installations des sommets de jonction, les opérations de celle-ci ne débutèrent qu'à la fin de juillet: 14 jours passés au sommet du Rotondo, 13 au Cinto, enfin 9 au Stello me donnèrent, chaque fois, pendant plusieurs nuits, de nombreuses séries angulaires, d'une concordance remarquable. Du sommet du Cinto, une des nuits favorables offrit, notamment, la perception ininterrompue des 5 projecteurs installés au Stello à 70^{km}, au mont Agel à 198^{km}, au mont Chauve à 206^{km}, à la Sauvette à 236^{km}, au Coudon à 256^{km}. De même, du Rotondo, j'ai observé le Coudon à $271^{km},1$, constituant le plus long des côtés géodésiques qui aient jamais été observés jusqu'ici. Les stations continentales furent occupées du 20 septembre au 4 novembre.

A mon cercle azimutal fut adaptée une puissante lunette munie d'un micromètre oculaire à 6 fils, éclairés électriquement comme ceux des microscopes.

Tandis qu'au Sud, mes observations doivent me permettre le rattachement avec la Sardaigne, de nombreuses séries recueillies à plus de 100^{km} vers l'Est, sur l'archipel toscan, rattacheront la partie centrale du réseau italien de premier ordre.

D'après les premiers dépouillements, les 4 triangles, complètement

mesurés, ferment à quelques secondes centésimales; l'un d'eux, Stello-Cinto-Rotondo, même à moins d'une seconde. A ces 4 équations aux angles, s'adjoignent 4 équations aux côtés, donnant ainsi pour une compensation simultanée de 15 angles, un système de 8 équations de condition. (La jonction hispano-algérienne a été obtenue par 8 angles soumis seulement à 3 équations aux angles et à 1 équation aux côtés.)

Cette jonction de ma méridienne des Alpes avec ma méridienne de Corse établit un enchaînement géodésique continu, de haute précision, de près de 800^{km}, qui permettra la mesure d'un arc de méridien compris entre deux parallèles écartés de plus de 550^{km}.

MAGNÉTISME. — *Sur un nouvel état magnétique de l'ion* $Co^{\cdot\cdot}$. Note de Mlle **A. Serres**, présentée par M. A. Cotton.

L'étude thermomagnétique du sulfate de cobalt anhydre (amorphe), obtenu en déshydratant à chaud le sulfate hydraté, avait conduit jusqu'ici aux résultats suivants :

Théodoridès (1), de la température ordinaire à 550°, a observé un sel possédant 25 magnétons avec un champ moléculaire négatif. On peut déduire des mesures de Honda et Ishiwara (2) s'étendant sur le même intervalle de température, l'existence d'un sel possédant 24 magnétons avec un champ moléculaire positif faible.

Aux basses températures : les mesures de Ishiwara (3), peuvent s'interpréter en attribuant au sel étudié 25 magnétons; Jackson (4) donne la valeur 25,2.

Les mesures très précises (tant au point de vue de la préparation chimique du sel à étudier, qu'au point de vue des mesures magnétiques proprement dites) que j'ai entreprises sur ce même sel m'ont mise en présence d'un sulfate possédant 26 *magnétons* avec un champ moléculaire négatif assez fort.

La déshydratation du sel hydraté, exempt de fer et de nickel, a été faite au rouge sombre comme l'indique Treadwell (5). Le sel était finement

(1) Théodoridès, *J. de Phys.*, 6e série, 3, 1922, p. 1.

(2) Honda et Ishiwara, *Sc. Rep. Tohoku Imp. Univ.*, 4, 1915, p. 215.

(3) Ishiwara, *Sc. Rep. Tohoku Imp. Univ.*, 3, 1914, p. 303.

(4) Jackson, *Phil. Trans. Roy. Soc.*, série A, 224, 1923, p. 1.

(5) Treadwell-Boll, *Analyse quantitative*, 2e édition, p. 133.

pulvérisé, puis tassé dans de petites ampoules cylindriques en quartz transparent scellées au chalumeau oxhydrique (les mesures portaient sur 5 à 7^{dg} de sel).

Le cobalt a été dosé par voie électrolytique dans le sulfate déshydraté avec une précision relative du millième.

Les mesures magnétiques ont été faites par la méthode d'attraction dans un champ non uniforme. Les valeurs absolues des susceptibilités reposent sur la comparaison du sel à l'étude avec le pyrophosphate de manganèse anhydre, dont la susceptibilité a elle-même été mesurée à 2 pour 1000 près par comparaison avec l'eau ($\chi_{H^2O} = -0,720.10^{-6}$ à 20°). Les résultats sont corrigés du diamagnétisme de l'ampoule de quartz et du diamagnétisme de l'anion SO^4 (correction de 3 à 9 pour 1000.

Les mesures ont porté sur deux préparations faites à quelques mois de distance. Pour chacune j'ai obtenu une droite $\left(\frac{1}{\chi}, T\right)$ bien déterminée fournissant les valeurs suivantes :

	Constante de Curie.	Constante de Curie mol.	Nombre de magnétons.	Point de Curie.
Première préparation....	0,02217	3,437	26,06	−50°,9
Deuxième préparation...	0,02202	3,414	25,98	−44°,9

Le tableau suivant (qui contient une série complète) montre la précision des mesures relatives à la première ampoule :

$\chi.10^6$.	T. (°)	χ(T 50,9).	$\chi.10^6$.	T. (°)	χ(T 50,9).
66,91......	280,5	0,02217	29,75......	695,4	0,02220
53,31......	364,5	0,02215	28,46......	728,5	0,02218
42,10......	476,6	0,02220	29,24......	707,5	0,02217
37,60......	539,2	0,02219	31,24......	659,5	0,02219
34,29......	594,6	0,02214	37,98......	532,6	0,02216
32,28......	635,2	0,02215	66,92......	280,6	0,02218

Ces mesures prouvent l'existence d'un nouvel état magnétique, à 26 magnétons, de l'ion $Co^{\cdot\cdot}$ (1). La valeur 25, elle aussi certaine, est établie par les mesures de Théodoridès (2). Cette diversité des états magnétiques d'un même ion dans le même sel a déjà été signalée pour les sels dissous (3), puis pour les sels à l'état solide (4).

---

(1) L'ion $Co^{\cdot\cdot}$, à 26 magnétons, a probablement été rencontré par Jackson dans un sulfate double de cobalt et de rubidium hydraté. Ses mesures faites aux basses températures ne permettent pas une détermination précise des valeurs absolues.

(2) *Loc. cit.*

(3) G. Foëx, *Ann. de Phys.*, 5e série, **16**, 1921, p. 174.

(4) G. Foëx, *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 919.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Influence de l'écrouissage et de la trempe sur les propriétés élastiques de divers métaux et alliages.* Note de MM. **A. Portevin** et **P. Chevenard**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Le but de nos expériences était de préciser l'influence de l'histoire thermique et mécanique des échantillons sur les propriétés élastiques des métaux purs et des alliages. Des fils métalliques écrouis par tréfilage ou trempés ont été essayés au pendule de torsion, selon la technique précédemment décrite par l'un de nous ([1]). Ils ont été soumis à des cycles thermiques progressivement étendus, au cours desquels on observait la variation du module de torsion μ, et du frottement interne caractérisé par le décrément δ. L'allure de la chauffe et du refroidissement était identique dans toutes les expériences : cette précaution est indispensable, car le module et le décrément d'un fil dépendent non seulement de sa température actuelle, mais du temps écoulé depuis le dernier traitement et depuis la mise en suspension dans le pendule (accommodation).

I. *Métaux purs et solutions solides et normales écrouis.* — A titre d'exemple, la figure 1 donne les courbes thermiques du module μ pour un fil d'or initialement écroui par tréfilage : les valeurs du module sont rapportées à μ_{15}^{250}, valeur observée à 15° sur le fil recuit à 250°.

La figure 2 représente l'influence de la température de recuit θ_r sur les propriétés élastiques à 15°, c'est-à-dire sur le module μ_{15}^{θ}, le coefficient thermoélastique γ_{15}^{θ} et le décrément δ_{15}^{θ}. Le module croît lentement, puis très rapidement au voisinage de la température de *recuit minimum* : 225° environ; il décroît au delà. La courbe du coefficient thermoélastique présente une allure analogue. Ce coefficient varie du simple au double suivant l'état du fil, ce qui explique la discordance des résultats publiés par les différents auteurs. Le décrément diminue jusque vers la température de recuit minimum pour ne présenter ensuite qu'une faible croissance : la courbe 1 correspond aux observations effectuées immédiatement après recuit et 2 aux observations effectuées 12 heures après : la distance entre ces deux courbes permet d'apprécier l'importance de l'accommodation.

Les phénomènes sont qualitativement les mêmes dans le cas des solutions solides normales, c'est-à-dire dépourvues d'anomalies, telles que les alliages or-argent.

([1]) P. Chevenard, *Comptes rendus*, **166**, 1918, p. 73.

2° *Solutions solides anomales écrouies ou trempées.* — Dans le cas des ferronickels réversibles écrouis, on peut reconnaître, sur les diagrammes, la superposition des modifications d'ordre banal constatées précédemment, et des effets de l'anomalie réversible *modifiée par l'écrouissage*. Ce traitement abaisse le point de Curie et modifie l'amplitude de l'anomalie thermoélastique. La température de recuit minimum est voisine de 550° pour tous les ferronickels.

On note une allure analogue dans le cas des ferronickels trempés (trempe

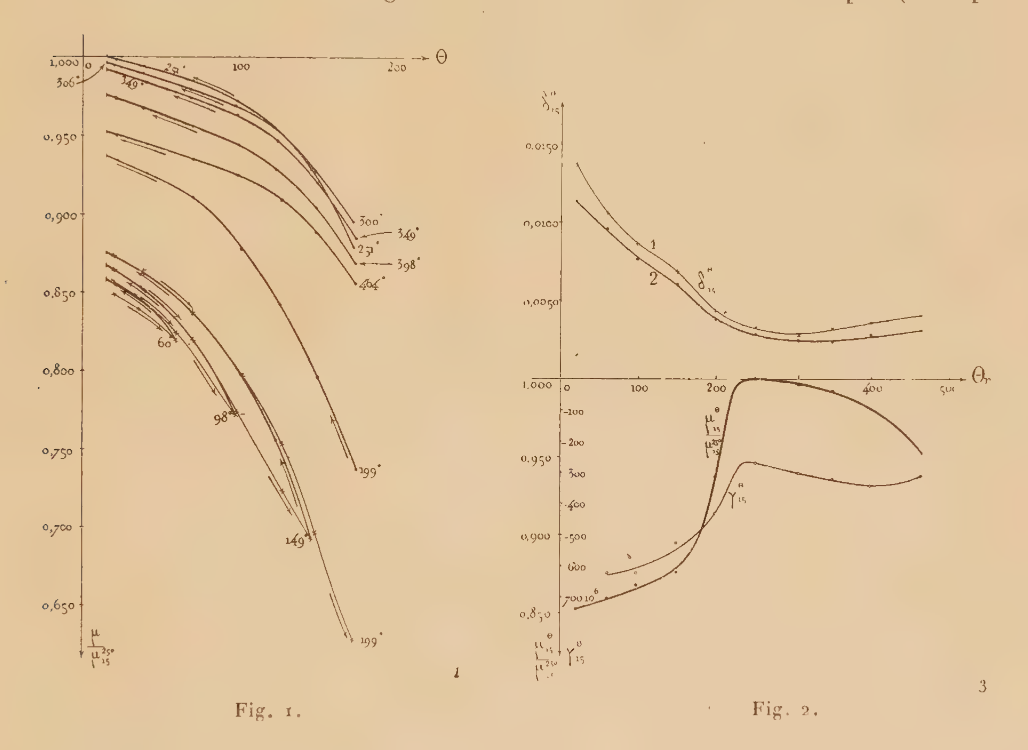


Fig. 1. Fig. 2.

monophasée). La trempe modifie l'amplitude de l'anomalie réversible, c'est-à-dire affecte le module et le coefficient thermoélastique; mais elle agit peu sur le décrément. La température de recuit minimum est comprise entre 500° et 550°.

3° *Agrégat prenant la trempe.* — Dans le cas d'un acier au carbone, la trempe diminue le module et accroît sensiblement le coefficient thermoélastique et le décrément; pour ce dernier, l'effet est surtout marqué au voisinage de la teneur eutectoïde. De plus, les courbes thermiques du décrément présentent une singularité très marquée vers 200°. Cette singularité déjà signalée (Ch.-E. Guye, F. Robin) est due à la trempe; comme l'a

montré l'un de nous [1], et contrairement à l'opinion admise par certains auteurs, elle est indépendante de la transformation magnétique de la cémentite puisqu'elle disparaît par recuit; elle ne peut être attribuée, non plus, à une nouvelle transformation polymorphique du fer, puisqu'elle est provoquée également par l'écrouissage.

D'une manière générale, au point de vue pratique, si les modifications apportées par les traitements thermiques et mécaniques sont relativement faibles pour le module (inférieures à 20 pour 100), il n'en est pas de même pour le décrément qui peut varier du simple au triple. Cette propriété a de l'importance pour les matériaux des organes soumis à des efforts alternés à cadence rapide.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Contribution à l'étude des alliages aluminium-silicium.* Note de **M. A. Petit**, présentée par M. Léon Guillet

J'ai étudié l'influence des conditions d'élaboration des alliages Al-Si, plus connus sous le nom d'Alpax, ainsi que l'effet d'additions ternaires et quaternaires sur ces alliages, avec ou sans traitements thermiques, les propriétés étudiées étant le cisaillement, la flexion, la dureté, l'aspect micrographique et, dans certains cas, l'usure et la fragilité.

Au point de vue de l'élaboration de l'alliage binaire, après avoir vérifié que lors de la coulée les résultats sont d'autant meilleurs que la vitesse de refroidissement est plus grande, j'ai déterminé les conditions optima de préparation : affinage au sodium à la température de 775°, coulée à 675°, cet affinage étant réalisé au moyen d'une seringue donnant des résultats supérieurs à ceux généralement obtenus à l'aide de la canne ordinaire d'affinage ; la meilleure teneur en sodium est aux environs de 0,5 pour 100, l'influence de cette teneur jusqu'à 1 pour 100 étant d'ailleurs d'autant plus faible que la vitesse de refroidissement après coulée est plus grande. Il est en effet à supposer qu'une partie seulement de ce sodium sert à l'affinage proprement dit, le reste formant un constituant ternaire avec l'aluminium et le silicium.

Au point de vue des additions spéciales, j'ai trouvé qu'aucun des métaux ou alliages essayés (K, Ca, Mg, Ce, Zn, Cu, Sb, Ni, Co, Bi, Mn, Sn, Fe, Cd, Pb, CuMg à 50 pour 100, CuMn à 50 pour 100, CuP à 15 pour 100 P)

---

(1) P. Chevenard, *loc. cit.*

ne pouvait remplacer l'affinage au sodium, et que cet affinage devait suivre immédiatement l'addition spéciale. La présence de fer, même à l'état d'impureté en quantité très faible, est à proscrire. Pour les autres métaux, l'influence a été peu importante, sauf pour les additions de Cu, Mg, CuMg et MgZn, en teneur variant entre 2 et 5 pour 100 ; le tableau ci-après donne quelques résultats sur ces alliages. Les traitements thermiques ont de l'influence sur ces derniers, surtout après coulée en sable, le refroidissement en coquille suffisant à produire l'effet de trempe ; le recuit à 400° pendant 1 heure diminue la dureté, de même que la trempe à 500° ; un vieillissement à température ordinaire produit un durcissement dû à la précipitation des combinaisons $Mg^2 Si$ ou $Al^2 Cu$, comme dans le duralumin ; le durcissement maximum est obtenu au bout de 70 heures environ ; un revenu à 100° accélère le phénomène, mais il convient de ne pas dépasser 125° à 150°, sans quoi on a un abaissement de la dureté.

Alpax au	Teneur %.	Mode de coulée.	Traitements.	Nombre de Brinell.	Résistance au cisaillement par mm².	Flèche de flexion en mm.	Résilience par kg.
Mg	2	Coquille	Brut de fonderie	89	17,5	0,8	0,4
Mg	5	Sable	Trempé 500°, Revenu 150°	92	14,5	0,8	0,3
Mg	5	Coquille	Trempé 500°, Revenu 100°	93-99	17	1,2	0,2
Cu—Mg	2	Coquille	Trempé 500°, Revenu 125°	93	19	1,7	0,6
Cu—Mg	5	Sable	Trempé 500°, Revenu 125°	96	15,5	0,7	0,3
Cu—Mg	5	Coquille	Brut de fonderie	105	20	0,5	0,2
Cu—Mg	5	Coquille	Trempé 500°, Revenu 100°	105	23	0,6	0,2
Mg—Zn	2	Coquille	Trempé 500°, Revenu 100°	93	19	1,5	0,4
Sur Alpax *ordinaire*, coulé en coquille..........				60	14	2,6	0,6

CHIMIE. — *Sur les nombres nucléaires.*
Note de M. **Diaz de Barros**, présentée par M. Paul Janet.

La Note qui suit a pour sujet deux propriétés concernant les poids atomiques des éléments. Nous les présenterons sans commentaires.

1. Dressons un tableau de Mendeleïeff-Moseley consistant en 8 × 10

cases portant un, trois, quelquefois deux éléments, affectés d'indices nouveaux, les nombres nucléaires $\mathfrak{N}$, ainsi définis : $\mathfrak{N}_{\text{entier}} =$ environ $\frac{M - N}{2}$, M étant le poids atomique et N le nombre atomique d'un élément.

Disposons ensuite ces éléments sous forme d'un tableau à 16 colonnes :

He	Li	Be	Bo	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
A	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe, Co, Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br
Kr	Rb	Sr	Yt	Zr	Nb	Mo	?	Ru, Rh, Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I
X	Cs	Ba	La, Ce, Pr	Nd	?	Sm	Eu	Gd, Pb, Ds	Ho	Er, Tm	Yb, Lu	Ct	Ta	W	?
Os, Ir, Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	?	Em	?	Ra	Ac	Th	Pa	U	–

Si l'on forme le tableau correspondant des nombres nucléaires de ces éléments, on constate que ce tableau présente une grande ressemblance avec les totaux des suites périodiques de Mayer. Cette ressemblance, qui se transformerait en une presque identité si nous choisissions les valeurs de $\mathfrak{N}$ correspondant à des isotopes connus, ne peut être due au hasard.

Liste des nombres nucléaires.

1	2	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9
11	10	10	12	13	14	14	15	15, 16, 15	17	18	19	20	21	22	22
23	24	25	25	25	26	27	?	29, 29, 30	31	32	33	34	35	37	37
38	39	41	41, 41, 41	42	?	44	45	47, 47, 48	48	50, 50	52, 52	53	54	55	?
58, 58, 59	59	60	61	62	63	64?	?	67	?	69	70?	71	72?	73	–

Liste de Mayer.

2	2	3	3	3	3	4	5	5	6	6	7	7	8	9	9
10	10	11	12	12	13	14	15	15	16	17	18	19	20	22	22
23	23	24	25	25	26	27	29	30	31	32	33	34	36	37	37
38	39	40	41	42	43	44	46	47	48	50	52	53	55	56	56
57	59	60	61	62	63	64	66	67	–	–	–	–	–	–	–

Nota. — On sait que les figures de Mayer obtenues avec des aiguilles magnétisées dans un champ magnétique présentent des séries périodiques. Ce sont les suites de figures telles que le dernier anneau d'aiguilles d'une figure s'ajoute entièrement à la figure précédente et sera contenu avec elle sans changement dans la figure périodique d'équilibre suivante. Comme exemple, les totaux de la première colonne sont :

$$2;\ 10 = 2 + 8;\ 23 = 2 + 8 + 13;\ 38 = 2 + 8 + 13 + 15;\ 57 = 8 + 13 + 15 + 19.$$

C'est-à-dire qu'ils forment une suite périodique de Mayer. De même pour les autres.

2. Nous avons rencontré une autre propriété des nombres nucléaires $\mathfrak{N}$. C'est une relation approchée applicable aux atomes d'une même colonne

$$M_\alpha = 2N_\alpha + \mathfrak{N}_{\alpha-1}, \tag{1}$$

α étant le rang de l'élément compté de 1 à 5 sur la colonne.

Exemples : pour le lanthane, $N_4 = 57$; $\mathfrak{N}_3 = 26$ (correspondant à l'yttrium); donc $M_{La} = 2 \times 57 + 25 = 139$ (au lieu de 138,9).

Pour l'uranium, $N_5 = 92$; $\mathfrak{N}_4 = 55$ (correspondant au tungstène); donc $M_U = 2 \times 92 + 55 = 239$, au lieu de 238,17 des tables.

En remplaçant $\mathfrak{N}_{\alpha-1}$ par sa valeur de définition, on obtient

$$(2) \quad \left\{ \begin{aligned} M_5 &= 2N_5 + \frac{N_4}{2} + \frac{N_3}{4} + \frac{N_2}{8} + \frac{N_1}{16}, \\ M_4 &= 2N_4 + \frac{N_3}{2} + \frac{N_2}{4} + \frac{N_1}{8}, \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{aligned} \right.$$

Ces relations établissent un lien généalogique (¹) entre un poids atomique et les nombres atomiques de ce corps et des homologues plus légers.

Exemples : pour l'or et pour le strontium, on a

$$M_{Au} = 2 \times 79 + \frac{55}{2} + \frac{37}{4} + \frac{19}{8} + \frac{9}{16} = 197,3 \quad \text{(au lieu de 197,2)},$$

$$M_{Sr} = 2 \times 38 + \frac{20}{2} + \frac{4}{4} = 87 \quad \text{(au lieu de 87,62)}.$$

Comme application, on peut chercher les poids atomiques encore controversés du polonium, de l'actinium et du protoactinium. On a, d'après (1),

$$M_{Po} = 2 \times 84 + 44 = 212,$$
$$M_{Ac} = 2 \times 89 + 52 = 230,$$
$$M_{Pa} = 2 \times 91 + 54 = 236.$$

(¹) Au lieu de ces relations, nous pourrions donner celles-ci, équivalentes :

$$\mathfrak{N}_5 = \frac{N_1}{2} + \frac{N_4}{4} + \frac{N_3}{8} + \frac{N_2}{16} + \frac{N_1}{32},$$
$$\mathfrak{N}_4 = \frac{N_4}{2} + \frac{N_3}{4} + \frac{N_2}{8} + \frac{N_1}{16},$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

dont l'allure généalogique est encore plus évidente.

Quant aux éléments de poids atomique inconnu, on trouve

	M.	
N.	(1).	(2).
43	101	100,75
61	148	149,125
72 (1)	178	178,75
75	187	187,371
85	215	215,875
87	222	224,25

CHIMIE ORGANIQUE. — *Isomérisation des vinylalcoylcarbinols* $CH^2 = CH - CHOH - R$ *en alcools β-alcoylallyliques* $CH^2OH - CH = CH - R$. Note de M. **Raymond Delaby**, présentée par M. A. Béhal.

En série cyclique, MM. A. Valeur et E. Luce ([2]) ont réalisé l'isomérisation du vinylphénylcarbinol en alcool cinnamique, soit par action de l'acide sulfurique étendu, soit par traitements successifs à l'acide chlorhydrique, à l'acétate d'argent et finalement à la potasse.

On sait l'intérêt que présente cette transformation en série acyclique :

$$CH^2 = CH - CHOH - R \rightarrow CH^2OH - CH = CH - R.$$

Les homologues supérieurs de l'alcool allylique substitué en β qu'on obtiendrait ainsi ne sont pas connus à partir de $R = C^3H^7$; il en est de même de leurs produits d'oxydation : les β-alcoylacroléines et les acides β-alcoylacryliques.

Dans cette voie, J. Baudrenghien ([3]) a tenté l'isomérisation du vinylméthylcarbinol en alcool crotonylique : l'alcool secondaire traité par ClH aqueux engendre l'ester chlorhydrique normal $CH^2 = CH - CHCl - CH^3$ en même temps que celui de l'alcool primaire $CH^2Cl - CH = CH - CH^3$. On passe aisément à l'acétate de ce dernier et, par saponification, à l'alcool primaire lui-même $CH^3 - CH = CH - CH^2OH$. L'auteur ne nous fixe pas sur les rendements approximatifs de ces opérations. En outre, dans

(1) Le celtium, N = 72, ne figure pas encore dans les tables; mais 178 est donné comme son poids atomique (Hollard, *Les principes de la Chimie moderne*, p. 63).

(2) A. Valeur et E. Luce, *Bull. Soc. Chim.*, 4e série, 27, 1920, p. 611.

(3) J. Baudrenghien, *Bull. Soc. Chim. Belg.*, 31, 1922, p. 160.

une seconde Note (¹), il rapporte les difficultés qu'il a rencontrées dans l'isolement des produits intermédiaires de l'isomérisation du vinyléthylcarbinol en alcool β-éthylallylique dont il n'a encore préparé que l'acétate (Éb. 152-153°).

Cette migration de la double liaison sous l'influence des acides assez facilement réalisable en série terpénique et, en général, pour les alcools dont le groupe terminal est $= COH - CH = CH^2$ (tertiaire en primaire) (²) semble ne donner que de médiocres résultats dans le cas qui nous occupe (secondaire en primaire). Un essai d'isomérisation du vinyléthylcarbinol au moyen de l'acide trichloracétique nous a fourni moins de 10 pour 100 d'alcool β-éthylallylique.

Nous avons pu la réaliser par une méthode toute différente. La décomposition des formines obtenues dans l'action de l'acide formique sur l'éthylglycérine donne naissance aux deux alcools isomères

$$CH^2 = CH - CHOH - C^2H^5 \quad \text{et} \quad CH^2OH - CH = CH - C^2H^5$$

dans les proportions de $\frac{1}{3}$ du premier pour $\frac{2}{3}$ du second (³). Or, par le mécanisme que nous avons antérieurement exposé, l'alcool primaire provenait en partie de la décomposition des diformines 1.2 et 1.3, alors que l'alcool secondaire est issu des diformines 1.3 et 2.3. En cherchant à préparer la diformine 1.2, à l'exclusion de ses isomères, et en évitant le passage par l'éthylglycérine, on pouvait espérer réaliser l'isomérisation assez commodément.

La série des transformations effectuées est la suivante : action du formiate de sodium sur la dibromhydrine de l'éthylglycérine ; décomposition par la chaleur de la diformine 1.2 ; saponification de l'ester formique de l'alcool primaire cherché.

$$CH^2 = CH - CHOH - C^2H^5 \xrightarrow{+Br^2} CH^2Br - CHBr - CHOH - C^2H^5$$

$$\xrightarrow{+2\,H.CO^2Na} \underset{O.CO.H}{CH^2} - \underset{O.CO.H}{CH} - \underset{OH}{CH} - C^2H^5 \xrightarrow{-(CO^2+H^2O)} \underset{O.CO.H}{CH^2} - CH = CH - C^2H^5$$

$$\xrightarrow{+KOH} CH^2OH - CH = CH - C^2H^5.$$

Les opérations sont très simples : seule la rectification finale doit être

(¹) J. Baudrenghien, *Bull. Soc. Chim. Belg.*, 32, 1923, p. 337.

(²) R. Locquin et Sung Wouseng, *Comptes rendus*, 174, 1922, p. 1711.

(³) R. Delaby, *Comptes rendus*, 176, 1923, p. 1900, et *Ann. Ch.*, 9ᵉ série, 20, 1923, p. 196.

faite très soigneusement. Le rendement est d'environ 20 pour 100, tenu compte de l'alcool secondaire récupéré dont on constate également la formation. Les détails expérimentaux seront publiés dans un autre Recueil.

Cette méthode permettra sans doute de préparer d'autres homologues de l'alcool allylique; parmi ceux-ci, l'alcool β-propylallylique donnera, par oxydation ménagée, la β-propylacroléine : la présence de cet aldéhyde a été signalée à l'état de traces dans les feuilles (1) et sa synthèse n'a pas encore été réalisée à ce jour.

GÉOLOGIE. — *La Chaîne annamitique et les Plateaux du Bas-Laos à l'ouest de Hué.* Note (2) de M. **René Bourret.**

L'exploration que j'ai poursuivie pendant l'hiver 1924-1925 dans la région comprise entre la mer et le Mékong sous le parallèle de Hué m'a donné des résultats intéressants, mais qui ne permettent pas d'émettre actuellement des hypothèses rigoureuses sur la tectonique ancienne de l'Indochine du Sud; mais devant quitter l'Indochine, je crois devoir résumer ici mes observations.

Le vaste pays compris entre le Mékong et la mer correspond à une partie de la Chaîne annamitique (dans sa partie centrale) et le Plateau du Bas-Laos. C'est en réalité un unique plateau qui descend brusquement à l'Est vers la mer, dont il est séparé en général par la Plaine d'Annam, et très lentement à l'Ouest vers le Mékong dans la plaine élevée duquel il vient à peu près se fondre; ce plateau est bordé, vers l'Est, par une ligne discontinue de hauts sommets. Les éléments stratigraphiques sont les suivants :

a. Granites. — Ils appartiennent à deux venues différentes. Les plus anciens, non datés, très écrasés, sont surtout répandus à l'est de la chaîne annamitique. La seconde venue correspond à des granodiorites permiens, comme celle de la région de Pak Lay (3).

b. Schistes cristallins. — Ils se trouvent surtout dans la partie nord (région de Mai Lanh et nord de Tchépone), et à l'est de la chaîne annamitique. Ils sont très variés et toujours fortement écrasés.

c. Terrains ante-ouraliens. — Ces terrains sont très plissés, et parfois un peu

---

(1) T. Curtius et H. Franzen, *Lieb. Ann.*, 390, 1912, p. 89.

(2) Séance du 9 novembre 1925.

(3) R. Bourret, *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1762. — *Bull. Serv. Géol. de l'Indochine*, vol. 14, fasc. 2, 1925, p. 111.

métamorphisés; ils comprennent des schistes, calcschistes, grès, quartzites et quelques calcaires cristallins.

d. Calcaires carbonifères. — Ce sont des calcaires construits, montrant souvent des traces de Fusulinidés, un peu plissés à l'ouest de la chaîne annamitique, intensément écrasés et disloqués à l'est de cette chaîne dans la région de Tourane.

e. Terrain rouge. — Le terrain rouge, formation continentale identique à celle de Pak Lay, occupe la plus grande partie des plaines de Mékong et de Saravane sous les alluvions. Il comprend quelques poudingues à galets d'ouralien, des marnes gréseuses rouges à grain très fin avec bancs de calcaires rouges, des grès à éléments éruptifs, etc. On le retrouve sur le versant ouest de la chaîne annamitique, où il est très argileux et repose directement sur le granite sans être métamorphisé; il est un peu ondulé à l'ouest de la chaîne annamitique. Ce terrain rouge, appartenant au Trias, se suit jusque dans la région de Luang Prabang à travers tout le Moyen Laos. A l'est de la chaîne, ce terrain est différent : au Nord, dans la région de Hué, ce sont des grès et quartzites assez plissés dont une partie pourrait appartenir aux grès supérieurs ci-après; au Sud, dans la région de Tourane, ce sont des arkoses parfois à éléments de rhyolite occupant une faible épaisseur; ce terrain est assez fortement plissé.

f. Les grès supérieurs et le Lias. — A l'ouest de la chaîne annamitique se trouve la même masse énorme de grès et quartzites, avec grès à petits galets de quartz que nous avons décrite dans la région de Pak Lay; elle forme toutes les montagnes de la région de Saravane et des bords du Mékong; ces grès sont horizontaux. Dans la région de Tourane, des grès avec schistes et charbon, ayant fourni une flore rhétienne reposent en concordance sur les arkoses de Trias; ils sont surmontés, toujours en concordance, par des grès, poudingues et schistes de l'Hettangien à *Ægoceras longipontium*, avec rares couches de charbon ; au-dessus se trouve une importante masse de poudingues à gros éléments. Tout cet ensemble est plissé.

g. Alluvions diverses de la plaine d'Annam et des plaines de Mékong et de ses affluents, dunes du littoral, arènes de la région de Quang Nam, latérites alluviales de la vallée du Mékong.

i. Roches éruptives. — α, rhyolites et dacites du Permien dont l'érosion montre la granodiorite de l'appareil profond; β, labradorites et basaltes à olivine couvrant le plateau des Boloven et descendus dans les plaines environnantes où elles forment des chaires, à la faveur de vallées récentes. Ces basaltes sont à peine entamés en de rares points par l'érosion très active actuelle, et les plateaux des grès horizontaux identiques à celui des Boloven, mais non protégés comme lui par les basaltes, sont encore à la même altitude. Il existe en divers points de la région de Quang Tri d'autres plateaux basaltiques moins élevés.

Structure. — En ce qui concerne la structure de cette région, nous avons deux zones différentes; la première, correspondant à l'ouest de la Chaîne annamitique, montre des terrains ante-ouraliens très plissés, dont les plis forment un arc convexe vers le Sud; la branche ouest de cet arc, dont la direction est SE-NW, se raccorde vraisemblablement vers le Nord-Ouest avec les plis nord-sud du même terrain de la région de Pak Lay. Ces plis

intéressent, mais avec moins d'intensité, l'Ouralien qui a pu glisser sur les terrains plus anciens; le Terrain rouge, discordant sur les terrains anciens, s'appuie indistinctement sur chacun d'eux, granite et schistes cristallins compris; il est un peu ondulé : le plissement hercynien qui caractérise cette région a donc eu son maximum d'intensité vers l'Ouralien, mais s'est continué, comme dans la région de Pak Lay, pendant le Trias. Un mouvement plus ancien, peut-être calédonien, est démontré par la discordance du terrain sédimentaire antéouralien sur les schistes cristallins. Les Grès supérieurs sont horizontaux. Cette zone, qui appartient au môle Sud-Indochinois, se prolonge un peu au Nord-Est sur la région de Quang Tri. Un plissement très faible a mis à nu un anticlinal cristallin NW-SE traversant la Chaîne annamitique.

La deuxième zone, connue par la région de Tourane, montre, avec les mêmes éléments tectoniques que la première (peut-être avec charriages hercyniens), du Lias plissé concordant sur le Trias et dont les Poudingues sont l'indice d'une transgression. Ainsi les mouvements hercyniens paraissant avoir fini plus tôt dans la région de Tourane; les plis du Lias, parallèles à la dirction SW-NE des plis hercyniens dans cette région, pourraient être des plis posthumes récents.

La Chaîne annamitique doit donc son origine, dans le Centre Annam, non à des phénomènes de plissement, mais à des phénomènes d'érosion aidés par des mouvements épéirogéniques dont les traces sont les nombreux hauts niveaux visibles un peu partout des deux côtés de la chaîne.

GÉOLOGIE. — *Découverte d'une faune de Foraminifères très probablement crétacée dans les calcaires hautement métamorphiques du Vallon du Pâquier, près de la Grande-Motte (Savoie).* Note de M. **Eugène Raguin**, présentée par M. Pierre Termier.

Au Plan-de-Nette, dans la vallée bordant à l'Est le massif de la Grande-Motte, W. Kilian (1) a signalé en 1905 la présence de Bélemnites et de Crinoïdes dans des marbres et brèches attribués jusqu'alors au Trias de la Vanoise, en réalité jurassiques. D'autres fossiles y furent trouvés ensuite par W. Kilian (2), puis par M. Gignoux, qui a constaté l'extension du Lias

(1) W. Kilian et P. Termier, *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 4e série, 5, 1905, p. 859.

(2) W. Kilian, *Comptes rendus*, 143, 1906, p. 470.

au Nord dans le vallon du Pâquier. M. Gignoux a fait connaître, en outre, qu'il était tenté d'attribuer, soit au Jurassique, soit même au Crétacé supérieur (¹), les calcschistes très cristallins, considérés antérieurement comme triasiques, qui, en cet endroit, terminent la série et s'enfoncent, vers l'Est, sous la nappe des Schistes Lustrés.

C'est dans ces calcschistes très cristallins, véritables marbres phylliteux, que j'ai trouvé, au cours du dernier été, une faune de Foraminifères. Environ 400^{m} ONO du col de Fresse, au-dessus d'un étage de calcaire compact intercalé dans les calcschistes, une petite couche noirâtre, à surface rugueuse d'apparence scoriacée, attire l'attention. La cassure montre un calcaire à grain fin, lardé de petites aiguilles de glaucophane.

L'examen microscopique révèle des plages entièrement recristallisées, constituées de calcite, glaucophane, chlorite, magnétite, et des plages ayant échappé au métamorphisme où les organismes en calcite hyaline se détachent parfaitement, très nombreux et nullement déformés.

Des prismes de glaucophane souvent frangés de chlorite, sont disposés dans une orientation quelconque sur le fond de calcite microgrenue, ou quelquefois dans les loges des Foraminifères. On distingue, parmi ceux-ci, *Textularia*, *Globigerina*, *Rosalina*, *Cristellaria*. M. H. Douvillé a eu l'obligeance d'examiner ces fossiles, et m'a dit que l'association ci-dessus lui laissait l'impression d'un âge crétacé. M. P. Jodot m'a fait remarquer la présence de *Cristellaria*, et a insisté, lui aussi, sur l'extrême probabilité de l'âge crétacé d'une telle faune.

Il y a lieu de rapprocher ces assises hautement métamorphiques des *Marbres en plaquettes* du Briançonnais, très laminés mais non métamorphiques, où des faunes analogues de Foraminifères sont connues depuis les travaux de P. Termier (²), d'É. Haug et de W. Kilian (³), de J. Boussac (⁴) et, tout récemment, de L. Moret et F. Blanchet (⁵). Ces derniers ont attribué au Crétacé les assises des *Marbres en plaquettes*, où abonde *Rosalina Linnei* avec d'autres Foraminifères et des prismes d'Inocérames.

A partir de Modane, la série sédimentaire briançonnaise devient métamorphique d'une façon progressivement croissante à mesure qu'on va vers

(¹) M. Gignoux, *Bull. des Serv. de la Carte géolog.*, **28**, 1924, p. 13.

(²) P. Termier, *Les montagnes entre Briançon et Vallouise*, 1903, p. 35.

(³) É. Haug et W. Kilian, *Bull. des serv. de la Carte géolog.*, **13**, 1902, p. 642.

(⁴) J. Boussac, *Études stratigraphiques sur le Nummulitique alpin*, 1912, p. 232-248.

(⁵) L. Moret et F. Blanchet, *Bull. Soc. géol. de Fr.*, 4ᵉ série, **24**, 1924, p. 312.

le Nord. Le Crétacé n'échappe pas à cette loi, et c'est ainsi qu'au Vallon du Pâquier les marbres phylliteux à Foraminifères sont eux-mêmes très métamorphiques. Mais ce qui est tout à fait remarquable, c'est qu'un tel métamorphisme, allant jusqu'à la production du glaucophane, ait pu laisser subsister presque intacts de délicats organismes microscopiques.

La présence presque certaine du Crétacé, s'enfonçant sous les Schistes Lustrés de la Sana, est *une raison de plus* de croire au charriage des Schistes Lustrés sur le *Pays briançonnais*, *Vanoise comprise*. Ils viennent en effet en superposition sur n'importe quel terme de la Vanoise ou du Briançonnais, les plus élevés, comme les plus profonds.

Enfin cette extension du Crétacé serait une raison de plus, aussi, de penser que, dans le complexe Schistes Lustrés, une part est d'âge crétacé, encore que la démonstration ne puisse pas en être faite dans la région en question.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence des conditions du milieu sur la germination des graines en absence de calcium.* Note de M. **R. Cerighelli**, transmise par M. L. Mangin.

MM. Maquenne et Demoussy (¹) ont démontré, pour la première fois d'une manière précise, que le calcium est indispensable à la germination normale des graines.

Je me suis demandé si le besoin de calcium est encore manifeste, lorsque l'on fait varier certaines conditions de la germination. Dans cette Note, j'examinerai l'influence de la stérilisation des milieux de culture, celle de l'immersion des grains et celle de la vapeur d'eau.

Dans ces recherches, j'ai employé surtout les graines de Pois, et j'ai mesuré la longueur des racines quand leur croissance était arrêtée dans l'eau pure. J'ai toujours comparé ces résultats avec ceux que l'on obtient, dans des conditions semblables, mais en présence de chaux.

Accessoirement j'ai constaté, après Liebenberg, qu'il suffit de peu de calcium, moins de 2^{mg} de $CaSO^4$, pour que les graines de Pois *utilisent entièrement leurs matières de réserve*. Ainsi, à l'obscurité, à la température de 14 à 16°, j'ai obtenu, après un mois et demi de germination, deux plantes

(¹) L. Maquenne et E. Demoussy, *Comptes rendus*, 164, 1917, p. 979, et 165, 1917, p. 45. Voir aussi L. Maquenne et R. Cerighelli, *Ibid.*, 174, 1922, p. 1269.

dont les racines avaient 160 et 170^{mm} et les tiges 420 et 430^{mm} et dont les cotylédons étaient entièrement desséchés.

1° *Influence de la stérilisation du milieu de culture.* — Les premières germinations ayant été faites en milieux non stériles, on a souvent constaté, après les expériences, que les cultures sans chaux étaient infectées. On pouvait donc se demander si le calcium n'aurait pas surtout pour effet d'accroître la résistance des plantes vis-à-vis des micro-organismes et si, de ce fait, en milieux stériles, les germinations ne se feraient pas normalement, même en l'absence de chaux. J'ai constaté qu'il n'en était rien.

Des graines de Pois, stérilisées au sublimé, ont été mises à germer dans des ballons de quartz. Ces derniers, contenant dans le fond une couche de sable pur — humecté d'eau pure ou d'eau pourvue de sulfate de chaux — et recouverts d'un capuchon de verre, avaient été préalablement stérilisés à 110°.

Après 14 jours, les germinations, faites à l'obscurité et à la température de 21°, étaient arrêtées dans les ballons sans chaux. Les racines avaient les longueurs moyennes suivantes : 57^{mm} (sans chaux), 101^{mm} (avec chaux).

En milieux stériles, les graines sont donc incapables d'utiliser complètement leurs matières de réserve, et la chaux exerce encore son action éminemment favorable.

2° *Influence de l'immersion des graines.* — Dans les expériences faites en tube de quartz, suivant la technique Maquenne et Demoussy, les graines sont maintenues en dehors du liquide de culture. Dans ces conditions, j'ai constaté que les cotylédons de Pois avaient toujours une teneur en eau de 5 pour 100 plus faible que celle des cotylédons en partie immergés. Cette différence ne pourrait-elle pas avoir une influence sur la transformation des matières de réserve de la graine et par suite sur la germination?

Lorsqu'on immerge à moitié les graines pourvues de leurs téguments, les germinations sont beaucoup améliorées; elles ne s'arrêtent qu'après 15 jours et les racines de Pois atteignent, en moyenne, 73^{mm}, tandis que les racines de graines non immergées ont 39^{mm} (sans chaux) et 83^{mm} (avec chaux). On voit que, dans ce cas, les graines se développent presque aussi bien que si elles s'étaient trouvées en présence de chaux. C'est que, comme l'ont montré MM. Maquenne et Demoussy, les matières minérales contenues dans la graine se diffusent dans l'eau et agissent sur les racines qui s'y développent.

En supprimant les téguments, on réduit fortement l'apport de chaux (au lieu de $0^{mg},131$ de la graine entière, il n'y a plus que $0^{mg},050$ de chaux apportée par les cotylédons). Les germinations des graines décortiquées sont peu améliorées. Elles s'arrêtent après 11 jours, et les racines ont une longueur de 41^{mm}, tandis que les graines non immergées donnent des racines de 35^{mm}.

L'immersion des graines n'améliore pas sensiblement la germination en présence d'eau pure. Cette amélioration ne peut provenir que de la diffusion des matières minérales contenues dans les téguments et, à un degré bien moindre, dans les cotylédons.

3° *Influence de la vapeur d'eau.* — On a prétendu, parfois, que l'eau pure serait toxique et que le calcium jouerait le rôle d'anti-toxique dans la germination. L'eau à l'état de vapeur présente-t-elle la même toxicité? Des expériences faites avec le Pois et avec le Blé m'ont montré qu'il en était bien ainsi. Par exemple, des graines de Pois ayant commencé à germer sur du sable sont mises en atmosphère saturée quand les racines ont 5^{mm}. Les germinations faites à l'obscurité et à 21° s'arrêtent après 3 jours. A ce moment, les racines ont une longueur moindre que celles qui se sont développées dans l'eau pure.

	Racines
Air humide (sans chaux)...............	23^{mm}
Eau sans chaux.......................	38
» avec chaux.......................	88

L'eau, à l'état de vapeur, ne peut donc assurer convenablement la germination des graines.

En résumé, que les milieux de culture soient ou non stérilisés, que les cotylédons soient ou non immergés, que l'on opère en présence d'eau pure ou de vapeur d'eau, *les graines ne peuvent jamais germer convenablement en absence de calcium.*

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'adaptation chromatique chez les algues marines.* Note de M. **V. Lubimenko**, présentée par M. Molliard.

Dans une Note précédente j'ai formulé la conclusion que les algues marines de toutes les couleurs sont très pauvres en pigments verts. Vu l'intérêt de ce fait pour la question du mécanisme de la photosynthèse ainsi que pour la question de l'adaptation chromatique dans le sens de la

théorie d'Engelmann, j'ai continué mes recherches et j'ai fait une série de nouvelles analyses relatives à des algues de la Méditerranée, récoltées aux environs de la station maritime à Banyuls-sur-Mer.

Les quantités de chlorophylle ont été déterminées par la méthode spectrocolorimétrique au moyen d'une solution contenant $0^g,003$ de la chlorophylle cristallisée sur 100^{cm^3} d'alcool.

J'ai déterminé aussi la quantité de la chlorophylle chez le *Zostera* et le *Posidonia*, pris de la même profondeur que la plupart des algues étudiées, et j'ai trouvé pour la première plante $2^g,93$ et pour la seconde $2^g,73$ du pigment vert dans 1^{kg} de feuilles fraîches. Ces nombres sont un peu plus élevés que ceux qui correspondent à la quantité moyenne de la chlorophylle ($2^g,52$) chez les plantes terrestres de la même latitude géographique.

En prenant pour 100 la quantité moyenne pour nos plantes aquatiques, c'est-à-dire $2^g,83$ pour 1^{kg} du poids frais, nous obtenons les quantités relatives suivantes de la chlorophylle chez les algues :

	Nombre des espèces.	Quantités relatives de la chlorophylle pour 1^g du poids sec.		
		Minimum.	Maximum.	Moyenne.
Plantes supérieures....	2	»	»	100
Algues vertes.........	4	18	71	37
» bleues.........	1	»	»	29
» brunes........	10	8	54	30
» rouges........	11	3	43	18

On voit par ces chiffres que les algues de toutes les couleurs sont très pauvres en chlorophylle. En comparant les algues entre elles, on constate que la quantité de la chlorophylle diminue avec le changement de la couleur des plastes : les algues vertes sont les plus riches et les algues rouges sont les plus pauvres en pigment vert, tandis que les algues brunes occupent une place intermédiaire.

Pour me faire une idée du remplacement de la chlorophylle par d'autres pigments, j'ai déterminé par la même méthode spectrocolorimétrique la quantité de la phycoérythrine chez une série des algues rouges.

Voici les chiffres obtenus pour les quantités absolues de la chlorophylle et de la phycoérythrine chez ces algues :

	Quantités des pigments en grammes pour 1g du poids sec. Chlorophylle.	Phycoérythrine.	Rapport entre la phycoérythrine et la chlorophylle.	
Corallina mediterranea, à la surface......	0,1675	0,0099	0,06	I
id. de la prof. de 0m,50.	0,1908	0,0187	0,10	II
Jania rubens, près de la surface...........	0,1463	0,0187	0,12	II
id. de la profondeur de 0m,50...	0,1950	0,0264	0,13	II
Chrysimenia Uvaria.....................	0,0360	0,0077	0,21	III
Glaicladia furcata......................	0,0403	0,0099	0,24	III
Gelidium corneum, endroit ouvert........	0,0551	0,0132	0,24	III
id. dans une grotte.......	0,1081	0,0275	0,25	III
Peyssonnellia squamaria................	0,0742	0,0253	0,34	IV
Phyllophora palmettoides, de la prof. de 40m.	0,0487	0,0220	0,45	V
id. de la prof. de 51m.	0,0721	0,0308	0,42	V
Plocamium coccineum, dans une grotte....	0,0615	0,0407	0,66	VI

On voit par ces chiffres que la quantité totale des deux pigments augmente chez une même espèce avec la profondeur d'habitation ou avec l'affaiblissement de l'éclairement qui se produit dans les grottes. La proportion de la phycoérythrine varie chez les diverses espèces dans le même sens, mais elle reste constante chez une même espèce; une exception que l'on constate pour le *Corallina mediterranea* s'explique probablement par la formation des variétés habitant aux différentes profondeurs.

En comparant le rapport entre la phycoérythine et la chlorophylle, on constate que ce rapport est exprimé par une série de nombres multiples de 0,06 (0,06, 0,12, 0,24, 0,36, 0,42, 0,66); ce fait donne à penser que ces deux corps sont chimiquement liés l'un à l'autre et que les algues rouges possèdent un seul pigment naturel dont le groupe chromophore est plus compliqué que celui des plantes vertes.

En résumant les résultats de nos analyses, on peut dire que l'adaptation chromatique chez les algues brunes et rouges se manifeste par une diminution des pigments verts et leur remplacement par les pigments d'autres couleurs.

Les algues rouges s'adaptent à l'éclairement de deux manières différentes : 1° chaque espèce augmente ou diminue la quantité totale des pigments suivant la profondeur d'habitation; 2° la proportion de la phycoérythrine varie chez les diverses espèces en augmentant avec la profondeur d'habitation.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur un traitement nouveau des maladies de la Pomme de terre.* Note de MM. **Eberhardt** et **J. Chevalier**, présentée par M. Lecomte.

Il est admis que les maladies de la dégénérescence de la Pomme de terre, certaines d'entre elles tout au moins, peuvent être dispersées par les insectes sur les surfaces cultivées; les pucerons, en particulier, ont été considérés comme des propagatenrs évidents. Atteindre les insectes par pulvérisation d'un corps qui entraînerait leur mort et serait en même temps nocif pour les champignons inférieurs, nous a semblé devoir donner une solution intéressante du problème posé.

Nous avons, dans ce but, utilisé des émulsions dans l'eau, d'hydrocarbures sulfurés provenant du traitement à chaud, par le soufre, des corps obtenus par Bourcet et Chevalier, par catalyse des colophanes à l'aide de l'acide phosphorique, et distillation fractionnée.

Au courant de cette opération les acides abiétiques contenus dans la colophane sont transformés en hydrocarbures neutres; la portion bouillant entre 240° et 350° qui correspond à des produits de formule C^nH^{2n-2} et polymères, chauffée en présence de soufre à la température de 170°-190°, jusqu'à ce que le dégagement d'hydrogène sulfuré ait cessé, fournit un liquide huileux, jaune brun, aromatique contenant une molécule de soufre substitué et qui peut être facilement émulsionné dans l'eau par addition d'un savon alcalin (un tiers de son poids).

Après un certain nombre de tâtonnements et d'expériences sur le terrain, la solution savonneuse qui nous a paru la plus indiquée pour les pulvérisations est de 1 pour 100, soit 1^{kg} par hectolitre d'eau à raison de 650^{l} par hectare.

Les premiers essais entrepris en 1923 à la station de Chateaufarine sur 6 variétés, à dessein placées sur une surface entourée de haies des quatre côtés et bordant des terrains incultes, c'est-à-dire dans les conditions les plus propices à la présence des insectes, disposées en outre, en laissant une parcelle témoin entre deux parcelles traitées (les parcelles avaient toutes la même surface et le même nombre de plants), nous ont donné les résultats suivants :

Rendement.

Variétés.	Parcelle traitée.	Parcelle témoin.	Parcelles traitées.
	kg	kg	kg
Myon	16,160	11	16,500
Saucisse	13,150	10	12,500
Root-Star	20	15,650	19
Eigenheimer	6,900	5,200	7,100
Fin de siècle	16,300	15,160	17
Flouque	6,700	5,250	6,400

Dans la parcelle témoin nous avions de la mosaïque, de la frisolée et de l'enroulement. Nous n'en avons pas constaté dans les parcelles traitées, sauf sur quelques pieds d'Eigenheimer qui ont présenté des traces de frisolée et un enroulement atténué; sur quelques pieds de Flouque et de Saucisse, on a pu remarquer un peu de mosaïque.

Dans les parties traitées, nous avons toujours constaté une partie aérienne d'un vert plus foncé et une vitalité plus longue de celle-ci qui persistait encore lors de l'arrachage, alors que les fanes de la partie non traitée étaient desséchées depuis près d'un mois.

Comme on peut le constater dans le tableau ci-dessus, toutes les parcelles traitées ont donné un rendement supérieur à celui de la parcelle témoin.

Nous avons repris les expériences en grande culture en 1924 et en 1925, en Franche-Comté sur : Eigenheimer, Fin de siècle, Wohltmann, Myon blanche (var. loc.), les mêmes observations que précédemment ont pu être faites sur l'appareil végétatif et, comme conséquence, sur le rendement :

	Parcelle témoin.		Parcelle traitée.
Eigenheimer	20902 kg	à l'hectare	21488 kg
Fin de siècle	17637	»	18914
Myon blanche	21565	»	23792
Wohltmann	28163	»	32978

Dans l'Eure-et-Loir, l'expérience faite sur Early rose nous a donné :

Parcelle témoin...... 211 kg Parcelle traitée...... 333 kg

La parcelle témoin présentait de la mosaïque, tandis que la parcelle traitée en était indemne.

Près de Saint-Brieuc, sur Industrie, les résultats obtenus ont été :

Parcelle témoin...... 185 kg Parcelle traitée...... 301 kg

Enfin, dans le Puy-de-Dôme, une invasion très nette de *Phytophtora infestans* a été arrêtée par deux pulvérisations effectuées à huit jours d'intervalle.

Les pulvérisations sur Rosiers avec la même solution ont, trois années de suite, arrêté complètement le développement du Blanc du Rosier.

En résumé les pulvérisations de ces hydrocarbures sulfurés agissent comme parasiticides, détruisant les pucerons et autres insectes, elles arrêtent également le développement des champignons tels que : *Sphærotheca pannosa*, *Phytophtora infestans*; elles semblent empêcher le développement des maladies de la dégénérescence de la Pomme de terre, elles entraînent chez les plantes un développement plus accentué et une vitalité plus grande de l'appareil végétatif, dont elles prolongent la durée, et permettent en tous cas, d'obtenir chez les plantes traitées, un rendement nettement supérieur.

ENTOMOLOGIE. — *Sur les caractères communs aux Œstrides et aux Calliphorines*. Note [1] de M. E. Séguy, présentée par M. E.-L. Bouvier.

L'étude des Diptères rapportés de Costa-Rica par M. P. Serre et de différentes régions d'Afrique par MM. Gromier, Serrand et Decary a permis une révision de certaines espèces qui se rapportent aux *Calliphorinæ veræ* et aux *Œstridæ dubiosæ*.

Parmi les Calliphorines à chète antennaire nu ou pubescent on trouve plusieurs espèces de *Rhynchomyia*, à larves carnivores, parasites ou saprophages. Les adultes présentent la nervation alaire des Tachinides, une chétotaxie réduite, les yeux des mâles peuvent être rapprochés et l'épistome a une tendance à former la carène médiane que l'on observe dans les groupes suivants (*Pachycosmina*, *Polleniopsis*). Certains de ces caractères s'observent, à différents degrés de développement, chez plusieurs espèces d'*Ormia* rapportées par M. P. Serre. Ces mouches, comme les *Œstridæ dubiosæ*, présentent des ampoules prosternales, des tarses antérieurs allongés, les sternites abdominaux sont découverts et les pièces buccales sont réduites. Les soies sensorielles du thorax sont aussi développées que chez les Calliphorines supérieures. On peut même observer chez deux espèces (*Ormia Aldrichi*, *O. tarsalis*) un système chétotaxique semblable à celui de certains Calliphorinés testacés.

(1) Séance du 9 novembre 1925.

L'ensemble de ces caractères amène directement à deux groupes d'espèces dont les larves sont parasites : I. *Pharyngomyia-Cephenomyia* et II. *Dermatobia*. Les espèces de ces deux derniers groupes présentent les mêmes caractères alaires que les *Ormia* et l'appareil génital mâle est du même type. Ils s'en éloignent par les antennes, la trompe et une chétotaxie lacunaire. Mais les différences sont moins accentuées avec le groupe voisin *Xystomina-Plesiæstrus*. Toutes les espèces de ce groupe présentent des ampoules prosternales et des tarses antérieurs bien développés, les antennes, l'appareil buccal et les soies sensorielles réduites.

Les appareils génitaux ont la même structure. Comme chez les *Ormia* et les *Pseudormia* on trouve le même développement des tarses antérieurs et du prosternum, une réduction partielle des ocelles et du système buccal, mais le chète antennaire est velu chez les *Pseudormia*.

Le seul caractère tiré du développement plus ou moins prononcé des soies sensorielles ne permet donc pas de séparer les *Œstridæ dubiosæ* et certains *Œstridæ cavicolæ*, des *Ormia* et des *Calliphorinæ veræ*. L'espèce type de ces derniers est le *Calliphora erythrocephala*. Celui-ci, et les espèces des genres voisins, présentent des larves occasionnellement ou habituellement parasites sur les vertébrés. En dehors des habitudes similaires des larves, ces différentes formes sont étroitement reliées entre elles par des caractères communs aux adultes. Ces caractères sont résumés dans le tableau suivant qui servira de conclusion à cette Note.

A. Chète antennaire nu ou à villosité courte. Antennes courtes, 4ᵉ nervure anguleuse ou pétiolée à l'angle.
  - *a*. Prosternum saillant. Tous les sternites abdominaux découverts.
    - α. Yeux cohérents (♂) des ocelles ou non. (*Œstridæ dubiosæ*).
    - β. Yeux séparés (♂) des ocelles. (*Dermatobia*, *Pharyngomyia*, *Cephenomyia*, *Ormia*, *Pseudormia*).
  - *b*. Prosternum non saillant. 1ᵉʳ sternite abdominal seul découvert (*Stegosoma*, *Rhynchomyia*).

B. Chète antennaire pectiné ou plumeux. Antennes allongées.
  - *a*. Les deux premiers sternites abdominaux seuls découverts (*Calliphorinæ rostratæ*).
  - *b*. Tous les sternites découverts (*Calliphorinæ veræ*).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Préparation de l'albumine du muscle ou myoalbumine par la méthode à l'acétone; ses principales propriétés.* Note de M. **Maurice Piettre**, présentée par M. Lindet.

Poursuivant la longue série de recherches sur les protides des milieux organiques, nous abordons aujourd'hui l'étude du plasma musculaire.

Nos premiers efforts ont porté sur la séparation de la myoalbumine. Le problème est rendu particulièrement délicat par suite de la présence dans le plasma musculaire de plusieurs classes de protides, des matières grasses d'un extractif abondant, des sels minéraux.

I. Nous y sommes parvenu en partant du plasma musculaire extrait si aisément des muscles fermentés ou fiévreux [1] et en appliquant à ce suc relativement peu riche en hémoglobine la propriété [2] déjà signalée qu'a l'éther, en solution saturée et à froid, de précipiter, dans les liqueurs renfermant des ions hydrogènes, les substances minérales ou organiques à grosse molécule, en solution ou dispersées sous la forme micellaire.

On part de 200$^{cm^3}$ de plasma musculaire, de coloration rouge groseille, obtenu par broyage et pression, contenant en moyenne 10 pour 100 d'extrait sec. On sature d'éther et met au froid en agitant de temps en temps. Au bout de 24 heures, il s'est fait un volumineux précipité grenu, rouge brique qu'on filtre sur linge. Le liquide, à nouveau saturé d'éther, mis au froid et agité, donne le lendemain un second précipité, moins abondant et moins coloré. On continue ainsi 4 à 5 fois jusqu'à ce qu'il ne se forme plus qu'un très faible dépôt floconneux blanchâtre et que la coloration de la liqueur soit devenue presque blonde. A ce moment cette liqueur contient environ de 5 à 6^{g} d'extrait seulement.

II. On procède alors à la précipitation acétonique, à basse température. A 100$^{cm^3}$ de liqueur, il suffit d'ajouter peu à peu en agitant vivement 120 à 130$^{cm^3}$ d'acétone. Le précipité grenu, blanc, comprenant la totalité des protides est complètement essoré, à froid, sur trompe. Le gâteau ainsi obtenu, très hygroscopique, est mis en contact avec 30 à 40$^{cm^3}$ d'eau distillée dans laquelle il se dissout en grande partie, laissant en suspension des flocons blanchâtres. Après 24 heures de séjour à la glacière, on centrifuge et lave

---

(1) Maurice Piettre, *Inspection des viandes et des aliments d'origine carnée*, 2, p. 65 à 80 (Librairie J.-B. Baillère, Paris).

(2) Maurice Piettre, *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 334.

le précipité jusqu'à ce que les eaux ne troublent plus à la chaleur, pour séparer les protides insolubles qui, par leurs caractères physico-chimiques, se rapprochent des *globulines*.

La liqueur aqueuse à laquelle on joint la première eau de lavage est saturée d'éther et mise 24 heures à la glacière. Le lendemain on la débarrasse de quelques petits flocons blanchâtres par simple filtration. Une deuxième précipitation à froid par 1,3 d'acétone suivie de reprise à l'eau, d'agitation à l'éther et de filtration, suffit en général à donner une solution à peu près pure de *myoalbumine* qui pourra être purifiée ensuite par précipitation fractionnée à l'alcool.

La liqueur acétonique aqueuse, comme dans la méthode générale à l'acétone, entraîne analytiquement les matières grasses, l'extractif azoté et non azoté, la presque totalité des sels (une partie des phosphates accompagne avec ténacité les protides). Si l'on veut obtenir la créatine à l'état cristallisé, il suffit d'ajouter un excès d'acétone jusqu'à début de trouble et d'abandonner à la glacière.

Par distillation de l'acétone et concentration des eaux au bain-marie, on obtient un extrait blond ou brunâtre qui n'est autre que le Liebig commercial.

Nous donnons le bilan d'une opération rapportée à 100^{cm^3} de plasma musculaire :

Produit de défécation éthérée	3,85
Myo-albumine	2,10
Protide insoluble (type globuline)	0,53
Extrait sec (Liebig et matières minérales)	2,59
Total	9,07

Lorsqu'on s'adresse, pour avoir du plasma musculaire, à du muscle normal, la défécation est beaucoup plus laborieuse ; il faut de préférence déféquer aux environs de 30°.

III. La myo-albumine posssède des propriétés très voisines de celles décrites pour la sérum-albumine, la lactalbumine et l'ovalbumine.

La solution aqueuse, d'une limpidité parfaite et d'une réfringence remarquable, présente une belle teinte, chaude, d'un blond champagne. Obtenue à l'état solide, par précipitation fractionnée à l'alcool, elle affecte l'aspect d'une matière sirupeuse blonde, se congelant brusquement au contact de la glace, pour fondre de nouveau à la chaleur de la main.

Mais elle se distingue nettement, notamment de la sérum-albumine, par

les trois caractères suivants :

1° Coagulation aux environs de 45°-47°, se poursuivant par palliers jusqu'à 69°-71° ;

2° Coagulation, non sous forme d'un sable fin, mais de petits grumeaux qui s'agglomèrent et se rétractent avec l'élévation de la température ;

3° Pouvoir rotatoire spécifique représentant sensiblement la moitié de celui de la sérum-albumine, comme l'indiquent les moyennes de nos expériences :

Bœuf	$\alpha_D = -27°,39$
Veau	$\alpha_D = -27°,05$
Porc	$\alpha_D = -30°$
Oie	$\alpha_D = -26°,40$

L'étude des propriétés biologiques a été réduite, faute de ressources, à des inoculations sous-cutanées au lapin, démontrant que la myo-albumine, comme les autres albumines pures, ne paraît provoquer, par cette voie, que des accidents anaphylactiques lointains et d'assez faible importance.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'évolution des glandes génitales de jeunes Urodèles transplantés chez des adultes de même espèce. Notion des conditions internes limitatives du développement des cellules sexuelles.* Note de M. **Max Aron**, présentée par M. Widal.

Chez le Triton crêté, pris ici comme objet d'étude, il se produit, chaque année, après l'activité sexuelle, qui épuise le contenu en spermatozoïdes du testicule, une poussée unique de spermatogénèse régénératrice. Cette poussée a pour point d'origine le petit lobule à gonies annexé à chaque lobe testiculaire. Elle débute en mai-juin, à la suite de l'élimination spermatique. Elle se termine vers août-septembre et aboutit à la réédification d'un gros lobule à spermies, lequel reste coiffé d'un résidu de gonies quiescentes et subsistera sous cette forme jusqu'au printemps suivant.

La question s'est posée pour moi de savoir si les spermatogonies composant la glande génitale d'un Triton mâle immature sont susceptibles, transplantées chez un animal mûr au moment de la poussée spermatogénétique annuelle, de subir, sous l'influence de leurs nouvelles conditions de milieu, le même sort que celles de leur hôte.

J'ai, dans ce sens, réalisé les expériences suivantes : De jeunes Tritons

crêtés d'âges divers, mais encore très éloignés de la maturité sexuelle, et dont les testicules ne renfermaient par conséquent que des spermatogonies, ont été soumis à la castration unilatérale et conservés en tant que témoins. On a transplanté la gonade enlevée dans le corps adipeux d'un Triton crêté adulte, préalablement castré bilatéralement ou, plus souvent, unilatéralement. L'opération a été pratiquée fin avril ou au début de mai, c'est-à-dire avant la période où se déclanche la grande poussée annuelle de spermatogénèse. Dans plusieurs cas, la transplantation a abouti à une greffe effective, c'est-à-dire que l'organe a été retrouvé fixé par des adhérences solides, en général au corps adipeux, et bien vascularisé.



Les deux petits Tritons au milieu de la photographie sont des sujets immatures chez qui un testicule a été laissé en place, et l'autre prélevé pour être transplanté chez un adulte. Respectivement à droite et à gauche de ces donneurs, on voit les porteurs de transplants, avec, d'un côté, un de leurs testicules, ménagé, et, de l'autre, le greffon, demeuré sensiblement égal en volume au témoin correspondant Durée de l'expérience : 2 mois et demi.

J'ai autopsié les Tritons opérés, donneurs et porteurs des transplants, après des délais de 2 mois et demi à 4 mois et demi. Dans tous les cas de greffe réussie, il n'apparaissait à l'examen microscopique aucune différence appréciable entre le volume de l'organe transplanté et celui du témoin. L'examen histologique a confirmé que la structure de l'un et de l'autre

était sensiblement identique et qu'ils se trouvaient tous deux constitués uniquement par des spermatogonies. Chez le greffon, des mitoses assez nombreuses attestaient la vitalité normale des cellules.

Alors que le greffon ne marquait aucune tendance à une croissance accélérée, au contraire le testicule de l'hôte — toutes les fois où l'on en avait ménagé un — avait subi normalement la poussée spermatogénétique estivale et était devenu très volumineux. Suivant l'échéance de l'autopsie, les ampoules séminifères apparaissaient diversement avancées dans leur réédification et renfermaient des éléments de la lignée séminale plus ou moins rapprochés du terme de leur cycle. Ainsi les animaux adultes montraient, côte à côte, lors de l'autopsie, un testicule normal, en cours de spermatogénèse, et un testicule de structure embryonnaire.

Ces résultats indiquent qu'un testicule jeune, transplanté sur un soma mûr, ne subit de ce fait aucune accélération de croissance, mais qu'au contraire l'évolution de ses éléments reste sensiblement identique à celle qu'ils auraient affectée chez le sujet d'où ils proviennent. Il y a évidemment lieu de tenir compte de l'hypothèse que la poussée spermatogénétique, dans le testicule normal du Triton mûr, peut être commandée, non par des facteurs généraux de milieu, mais par des facteurs locaux, tel le déséquilibre que crée dans le testicule l'élimination spermatique. Le greffon échapperait à ces derniers. Il n'en reste pas moins démontré qu'il ne se produit aucune influence appréciable, de la part du soma mûr, sur le développement et l'accroissement d'une gonade jeune, qui conservent leurs caractères propres.

Du reste, les transplantations d'ovaires jeunes à des femelles adultes, effectuées dans des conditions expérimentales identiques, confirment nettement cette notion. Dans l'organe greffé les ovocytes ne manifestent aucune tendance à un accroissement accéléré et conservent des dimensions de même ordre que les témoins non transplantés, alors qu'à leur côté, les éléments de l'ovaire normal ont affecté un développement rapide.

Conclusion. — Chez les Tritons tout se passe comme si l'évolution des cellules sexuelles était dominée par certaines conditions internes qui la soustraient, dans une certaine mesure, aux influences du milieu. Pour un stade donné de leur développement, il semble en somme que les possibilités d'évolution des gonocytes soient conditionnées par leur âge même.

MICROBIOLOGIE. — *Sur le* Gastrococcus. Note de M. CONSTANTIN GORINI, présentée par M. ROUX.

Dans une Note précédente (¹) j'ai fait ressortir l'affinité existant entre les coccus provenant des mamelles des vaches laitières et les coccus intestinaux. L'*Enterococcus* de Thiercelin étant un des hôtes habituels de l'intestin, je me suis proposé de le rechercher dans l'estomac des Bovidés, notamment dans la caillette des veaux de lait utilisée pour la préparation de la présure.

La caillette des veaux, aussitôt enlevée, est raclée et le produit de ce raclage est ensemencé dans du lait stérilisé ; avec cette culture d'enrichissement on fait des ensemencements en stries sur gélose au lait. Les colonies de bactéries solubilisant la gélatine s'entourent d'une zone claire. Sur 25 caillettes j'ai rencontré constamment des types de coccus que j'appellerai *Gastrococcus*, qui ont les caractères morphologiques et culturaux de l'*Enterococcus*, aussi bien que du *Mamococcus* et du *Caseococcus*.

Pour confronter le *Gastrococcus* avec l'*Enterococcus*, je me suis procuré neuf souches de ce dernier dans les divers laboratoires bactériologiques les plus connus. Contrairement à l'assertion de plusieurs collègues, j'ai trouvé toutes les souches douées de propriété protéolytique sur la caséine. Trois souches ont manifesté cette propriété dès la première culture, les autres ont donné une protéolyse tardive, quelquefois seulement après quelques mois, et se révélant par des cavités creusées dans le caillot. La caséolyse étant favorisée par une température basse, il faut retirer les cultures de l'étuve aussitôt que le caillot est formé et les garder à la température de la chambre. Il arrive parfois que le caillot se dissout en entier dans un liquide laiteux. La qualité du lait, son âge, la façon dont il est stérilisé, la quantité de semence ajoutée ont une influence sur la culture et sur la marche de la casiolyse, et c'est pour cela que la propriété caséolytique de l'*Enterococcus* a été méconnue par la plupart des auteurs.

Les coccus acidoprotéolytiques, comme en général les ferments lactiques mixtes, se distinguent des ferments lactiques simples par leur longue vitalité. J'ai conservé, à l'état vivant et à la température ordinaire, depuis dix ans, des cultures en bouillon, scellées à la lampe, de certaines souches de *Caseococcus*, tandis que le *Streptococcus lactis* ne survit pas plus de deux ans dans les mêmes conditions. Les ferments lactiques simples sont tués dans le lait à la température de 60-80° C. Les coccus protéolytiques, bien

(¹) *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 1641.

qu'asporogènes, résistent jusqu'à la température de 100°, sans doute parce que, sécrétant de la présure, ils s'entourent d'un revêtement protecteur de caséine.

Certaines souches de *Caseococcus* se développent et acidifient le bouillon lactosé contenant 12 à 15 pour 100 de chlorure de sodium, les ferments lactiques ordinaires sont paralysés et détruits en présence de 5 à 6 pour 100 de sel. Cette résistance à l'action du sel m'a suggéré de rechercher si le *Gastrococcus* était présent et vivant dans une sorte de présure en pâte que l'on préfère, encore aujourd'hui, aux présures modernes liquides ou en poudre, dans la fabrication de certains fromages, Parmesan, Gorgonzola, parce qu'on lui attribue un rôle particulier dans la maturation de ces fromages. Cette présure est obtenue en broyant des caillettes avec 10 pour 100 de sel marin. Dans ce cas, le sel, loin de nuire au *Gastrococcus*, le favorise en exerçant une sorte de sélection microbienne. En effet, dans 15 présures en pâte de provenances diverses et d'âges différents, la plus ancienne était préparée depuis un an, j'ai rencontré constamment le *Gastrococcus* et souvent, en culture presque pure, de nombreux coccus acidoprotéolytiques, capables comme le *Mamococcus* de contribuer à la maturation du fromage. La recherche du *Gastrococcus* dans les présures liquides et en poudre a été infructueuse, vraisemblablement à cause des antiseptiques ajoutés aux présures liquides et de la dessiccation à haute température des présures en poudre. Ainsi s'explique la préférence de certains fromagers pour la présure en pâte qui contient des germes utiles à la réussite des produits. Mes expériences m'ont fourni des preuves qui justifient cette prédilection des praticiens, notamment dans la préparation de certains fromages mous. La présure doit être préparée avec des caillettes saines et protégées contre la contamination; de plus il faut qu'elle soit âgée de 3 à 6 mois, afin que, par l'effet du temps et du sel, se produise l'épuration qui aboutit à la prédominance des germes acidoprotéolytiques. J'ai aussi obtenu des résultats encourageants en ajoutant des cultures de *Caseococcus* à la présure.

On pourrait grouper sous une seule espèce les coccus trouvés dans les caillettes des veaux et ceux rencontrés dans l'intestin, la mamelle et dans les fromages en les distinguant suivant leur habitat.

A $15^{h}45^{m}$, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à $16^{h}15^{m}$.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances d'octobre 1925 (*suite*).

Explosifs, poudres, gaz de combat. Leçons professées à la Faculté des sciences de Lille, par Paul Pascal. Paris, J. Hermann, 1925; 1 vol. 25cm,5. (Présenté par M. H. Le Chatelier.)

*Commentaire de l'*Atlas of Colorado (1877), par Emmanuel de Margerie. (Extrait du *Bulletin de la section de géographie du Comité des travaux historiques et scientifiques.*) Paris, Imprimerie nationale, 1925; 1 vol. 25cm.

La cinétique du développement. Multiplication cellulaire et croissance, par E. Fauré-Fremiet. Paris, Presses universitaires de France, 1925; 1 vol. 24cm,5. (Présenté par M. Henneguy.)

Analyse fonctionnelle, par Paul Lévy, in *Mémorial des Sciences mathématiques*, fasc. V. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1925; 1 fasc. 25cm,5. (Présenté par M. E. Goursat.)

Le problème de Bäcklund, par E. Goursat, in *Mémorial des Sciences mathématiques*, fasc. VI. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1925; 1 fasc. 25cm,5.

(*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 12 octobre 1925.)

Page 445, ligne 21, en remontant, *au lieu de* Beneditte, *lire* Benedicks.